UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

A UTILIZAÇÃO DO SEMIRREBOQUE MISTURADOR E DISTRIBUIDOR DE RAÇÃO NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS

Ricardo José Mósca Brás

Orientação: Professor Doutor José Oliveira Peça

Mestrado em Engenharia Zootécnica

Dissertação

Évora, 2014

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

A UTILIZAÇÃO DO SEMIRREBOQUE MISTURADOR E DISTRIBUIDOR DE RAÇÃO NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS

Ricardo José Mósca Brás

Orientação: Professor Doutor José Oliveira Peça

Mestrado em Engenharia Zootécnica

Dissertação

Évora, 2014

"A ciência permanecerá sempre, a satisfação do desejo mais alto da nossa natureza, a curiosidade; fornecerá sempre ao homem, o único meio que ele possui de melhorar a sua própria sorte."

Ernest Renan, 1891.

Agradecimentos

Chega ao fim mais uma etapa da minha vida, confiante de que se trata também do início de outra. Para chegar a este ponto, foi necessário trabalho, esforço e dedicação. Por muita determinação que tenha, não se pode chegar tão longe sem a colaboração de várias pessoas, as quais me deram as competências para cortar esta meta.

Ao Professor Doutor José Oliveira Peça, pelo exímio professor que é, pela orientação e ensinamentos facultados. Mais do que um professor, um amigo.

À Professora Doutora Cristina Pinheiro, pela simpatia e pela importante colaboração no capítulo "A ração completa como dieta para vacas leiteiras".

Ao professor Amadeu Freitas pelo seu contributo na formulação de ração para vacas leiteiras.

A todos os proprietários das explorações visitadas, bem como os operadores do Semirreboque Misturador e Distribuidor de Ração, pela disponibilidade e hospitalidade de me terem recebido, bem como pelos seus contributos vitais nesta dissertação.

A todos os meus professores e colegas do mestrado.

À Maria Borges, pelo companheirismo e boa disposição passados durante a realização da presente dissertação.

Aos meus pais e irmã, porque lhes devo tudo o que sou hoje; aos meus avós por me incutirem o gosto pela agricultura e pela pecuária; aos meus primos, por partilharmos tantas aventuras; aos meus afilhados pelas alegrias e bons momentos. A toda a minha família, os meus sinceros agradecimentos pelo apoio incondicional e pela confiança depositada. Por muitos anos que viva, não serão os suficientes para agradecer e retribuir.

A todos que contribuíram para a realização desta dissertação, o autor agradece.

Dedicatória

À minha família e amigos, pelo constante apoio, confiança, força, e compreensão.

A utilização do semirreboque misturador e distribuidor de ração para vacas leiteiras

Resumo

A produção leiteira é uma das principais atividades agrícolas da União Europeia. O aumento da produção de leite pode ser resultado de vários melhoramentos registados ao longo dos últimos anos, nomeadamente a nível da mecanização agrícola. A utilização do Semirreboque Misturador e Distribuidor de Ração (SMDR) permite realizar uma ração única e homogénea, e distribui-la uniformemente. O objetivo desta dissertação foi estudar a utilização do SMDR em nove explorações de vacas leiteiras do distrito de Évora, seguindo um protocolo com várias questões. Formulou-se uma equação que recomenda o volume do tegão a utilizar. Concluiu-se que todas as explorações retiram o máximo partido da utilização do SMDR, recorrem a um nutricionista para formular a ração e a sua composição é semelhante em todas elas. Os proprietários deram preferência ao maior volume do tegão, subvalorizando a configuração do sem-fim. As normas de segurança e manutenção nem sempre são respeitadas.

Palavras-chave: Vaca leiteira; Semirreboque; Misturador; Distribuidor; Ração; Unifeed.

The use of tractor-pull feed mixer and distributor for dairy cows

Abstract

Dairy farm is a major agricultural activity in the European Union. The increase in milk production may be the result of improvements made over the past few years, being mechanization an example. The use of tractor-towed unifeed allows a homogeneous mixture and evenly feed distribution. The aim of this dissertation was to study the use of unifeed in nine dairy farms located in the district of Évora, following a protocol with several questions. It was formulated an equation that recommends the volume of the tub to use. Every farm takes full advantage of the unifeed capabilities. All farms rely on a nutritionist to formulate rations and feed composition was similar in every farm visited. Safety standards and maintenance are not always respected. The owners gave preference to the larger tub volume rather to axle configuration.

Keywords: Dairy Cow; Feed; Mixer; Distributor; Unifeed.

Índice geral

Índice de figuras

Índice de quadros

Índice de abreviaturas

Ca – Cálcio.

g – Grama.

kg – Quilograma.

mm – Milímetro.

MS – Matéria seca (%).

P – Fósforo.

PDI – Proteína digestível no intestino.

PDIE – Proteína digestível no intestino limitada pela energia.

PDIN – Proteína digestível no intestino limitada pelo azoto.

ρ – Massa volúmica (kg/m^3).

SMDR – Semirreboque misturador distribuidor de ração.

UEL – Capacidade de ingestão.

UFL – Unidade forrageira de leite.

V – Volume (m^3).

1. Introdução

Portugal é uma nação onde a agricultura e a pecuária estiveram sempre presentes ao longo de inúmeras gerações. Mais do que um meio de subsistência, a agropecuária foi e continua a ser um modo de vida para muitos Portugueses.

Um ramo de interesse da agropecuária é a produção de leite de vaca, uma das principais atividades pecuárias, não só em Portugal, como também na restante União Europeia, em termos da sua contribuição direta e indireta para o Produto Interno Bruto e no emprego no sector primário (FENALAC 2012).

Em Portugal tem-se registado, nas últimas décadas, uma grande evolução na produção de leite, com maior expressão no Alentejo, com 39% do efetivo nacional, dos quais 8% exclusivamente proveniente de vacas leiteiras (INE 2007).

Trata-se de uma atividade que tem sido bastante afetada pelas políticas vigentes e respetivas reformas, pela reorientação da agricultura nacional aos sistemas pecuários de produção de carne cada vez mais extensivos e a introdução de prémios aos bovinos de carne (INE 2007), pela dependência das importações e a problemática do autoabastecimento (INE 2011a), pela falta de interesse e abandono de um grande número de explorações leiteiras e da população para este tipo de atividade, pela escalada dos custos dos fatores de produção sem contrapartida no preço do leite (INE 2011b), pela volatilidade das matérias-primas ligadas à alimentação animal, tendo como consequências menos 68% das explorações e um menor efetivo, com o desaparecimento de 22% do efetivo de vacas leiteiras desde 1999 (INE 2011b).

Contudo, a produção de leite de vaca foi das atividades pecuárias em Portugal a que registou um maior desenvolvimento (figura 1). No período entre 1980 e 2006, a produção de leite de vaca duplicou em Portugal, de 937 milhões de litros para 1,9 mil milhões de litros (INE 2007). Relativamente às explorações de vacas leiteiras, apesar de se registar uma diminuição do número de explorações de bovinos leiteiros, estas possuem maior dimensão, estando mais bem equipadas, com menos mão-de-obra, com produtores com um maior nível de instrução e melhores condições de maneio (INE, 2001).
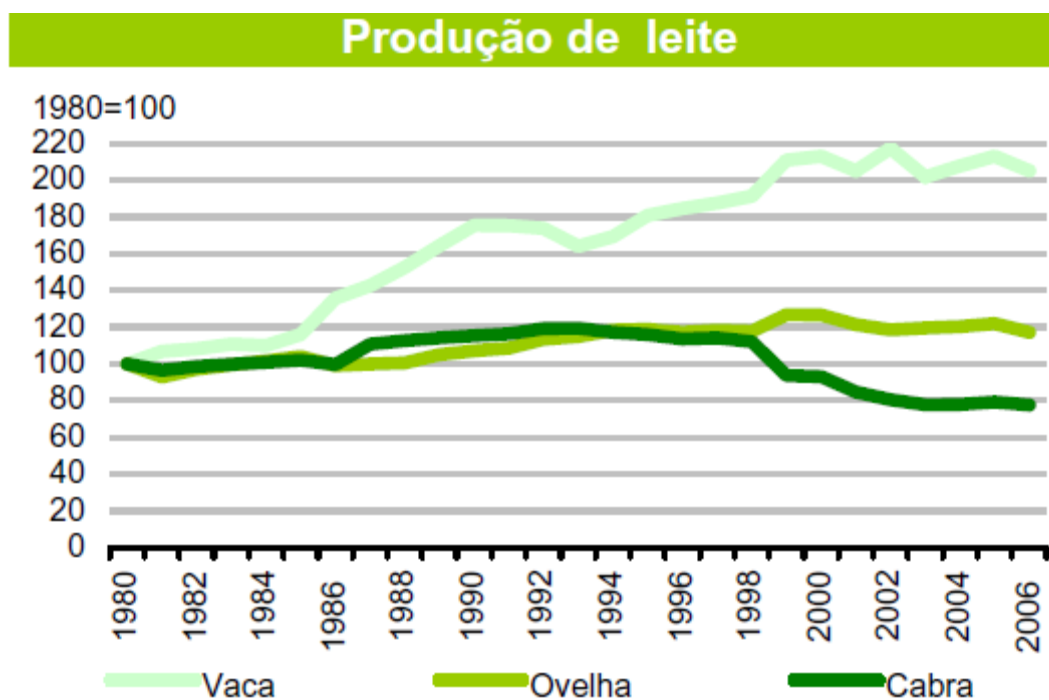
Figura 1 – Produção de leite de vaca, comparativamente à produção de leite de outras espécies animais, em percentagem (reproduzido de: INE, 2007).

Assistiu-se ao aumento de produtividade do sector, em grande parte devido ao investimento em tecnologia, ao melhoramento genético do efetivo leiteiro com recurso à seleção de animais mais produtivos, à importação de sémen de bovino, à inseminação artificial, à introdução da ordenha mecânica das vacas, ao aumento de equipamentos mecanizados nas explorações (INE, 2011a), ao agrupamento por lotes de animais com o mesmo nível de produção, ao nível do maneio alimentar, à confecção e à distribuição de rações que vão de encontro às necessidades do animal (Heinrichs et al., 1999).

No período de 1999 a 2009, o parque de máquinas nas explorações Portuguesas foi reforçado 10% relativamente à compra de tratores. Os motivos deste aumento foram devido à diminuição de mão-de-obra, ao aumento dos custos da mesma, à existência de apoios comunitários dirigidos para a modernização da mecanização, que permitiu a aquisição de mais equipamentos agrícolas (INE 2011b). Um indicador de que Portugal está fortemente mecanizado é que no ano de 2009, 82% das explorações utilizaram tratores no desempenho da sua atividade agrícola (INE, 2011b).

Este avanço na mecanização agrícola possibilitou a utilização de determinados equipamentos que permitem a redução de custos relacionados com a alimentação do gado bovino, como o caso da utilização do semirreboque misturador e distribuidor de ração (SMDR), mais comummente conhecido como "*Unifeed*".

A utilização do SMDR permite realizar uma mistura homogénea de vários ingredientes indispensáveis para suprir as necessidades nutricionais dos bovinos e com a capacidade de distribuir a ração uniformemente, de modo a que todas as vacas possam ingerir a mesma porção de ração. Uma mistura homogénea distribuída uniformemente é um fator chave no sucesso da exploração de bovinos leiteiros. A ingestão de diferentes quantidades de concentrado e de forragem desfasadamente no tempo pode resultar numa série de desordens ruminais, podendo comprometer a saúde e o bem-estar animal (Casasús *et al.*, 2012; Freitas, 2008).

Como alguns ingredientes da ração apenas estão disponíveis durante uma parte do ano, devido à sazonalidade dos mesmos, e como as necessidades nutricionais das vacas leiteiras variam consoante a sua fase de lactação e gestação, a formulação da ração pode ser alterada e distribuída pelo SMDR, de modo a suprir todas as necessidades nutricionais e alcançar a produção de leite desejada.

Deste modo, o SMDR apresenta-se como um equipamento vital em qualquer exploração bovina leiteira. Portanto, seria interessante estudar o modo como este equipamento é utilizado em várias explorações do Alentejo.

O objetivo desta dissertação é estudar a utilização dos SMDR utilizados na alimentação de vacas leiteiras, atendendo à tecnologia de SMDR usada, ao maneio alimentar observado nas explorações visitadas, às considerações registadas pelos operadores e proprietários das explorações e observação das boas práticas do uso deste equipamento e suas normas de segurança.

2. Revisão bibliográfica

2.1. A ração completa como dieta para vacas leiteiras

Os avanços científico-tecnológicos registados nos últimos anos relativos ao melhoramento genético, à nutrição e ao maneio geral dos bovinos, levaram ao aumento de produção de leite com a diminuição do efetivo. Tais avanços originaram uma crescente procura de ração animal com maior conteúdo energético (Heinrichs *et al.*, 1999). A necessidade de níveis mais elevados de energia na dieta obrigou os produtores a fornecer maiores quantidades de concentrado às vacas leiteiras (Casasús *et al.*, 2012)

Tradicionalmente, os alimentos da ração eram distribuídos separadamente, nomeadamente os alimentos grosseiros, isto é, alimentos de baixa concentração energética e ou proteica, cujo teor de fibra bruta é igual ou superior a 18% da Matéria Seca (MS), como por exemplo pastagens, forragens, silagens, fenos e palhas; e alimentos concentrados, isto é, alimentos cujo teor de fibra bruta é inferior a 18% de MS, que podem ser concentrados proteicos se tiverem um teor em proteína bruta igual ou superior a 20% de MS, como por exemplo proteaginosas, bagaços das oleaginosas, produtos animais e aminoácidos sintéticos; ou podem ser concentrados energéticos se tiverem um teor em proteína bruta inferior a 20% de MS, como por exemplo cereais, óleos vegetais e gorduras animais (Freitas 2012).

Este maneio alimentar caracterizado por alterações bruscas no fornecimento de alimentos grosseiros alternado com alimentos concentrados, não é correto do ponto de vista nutricional. A administração pontual de uma grande quantidade de concentrado pode conduzir ao aparecimento de desordens metabólicas, podendo originar acidoses a curto prazo, laminites e peeira a médio e longo prazo (Casasús et al. 2012). A ingestão de grandes quantidades de concentrados ricos em amido reduz o pH ruminal, inibindo a atividade celulolítica dos microrganismos existentes, que se vai traduzir numa diminuição ruminação, ingestão e digestão de forragem, diminuição do teor de butiroso do leite e diminuição da quantidade de leite produzido (D’Abreu e Salles-Baptista, 2011).

Cada vez mais conscientes destes fatos, os produtores deixaram de fornecer os alimentos em separado, apresentando-os numa ração única com todos os alimentos

misturados (*total mixed rations*, TMR). Segundo Schroeder & Park (2010), a ração única pode ser definida como a prática de pesar e misturar todos os alimentos numa ração completa que forneça todos os nutrientes, de modo a suprimir as necessidades nutricionais dos animais.

Trata-se de um alimento que incorpora vários ingredientes, isto é, alimentos grosseiros, alimentos concentrados proteicos e energéticos, subprodutos, vitaminas e minerais, em quantidades exatas para corresponder às exigências nutricionais do animal. Idealmente, cada porção de ração ingerida irá conter a mesma proporção de forragens e de concentrado (Amaral-Phillips *et al.,* 2002).

A administração da ração única não se trata apenas de um alimento completo que previne o surgimento de doenças. Alimentar vacas leiteiras com ração única numa exploração através do SMDR pode tornar-se muito vantajoso. Amaral-Phillips *et al.*, (2002) enumeram os motivos que tornam este sistema de alimentação vantajoso: o aumento de produção de leite, o menor custo de mão-de-obra, a melhoria no estado de saúde, o aumento do desempenho reprodutivo, o menor custo de alimentação e a maior facilidade de incorporação de alimentos. Embora alguns produtores tenham registado um aumento de 2 litros de leite produzido por vaca, o mesmo autor refere que o aumento de produção de leite pode estar dependente do sistema de alimentação anterior à implementação do sistema de ração única. O custo da mão-de-obra relacionado com a alimentação decresce quando comparado à alimentação manual, dado que apenas é necessário um operador para carregar os alimentos, misturar e distribuir para os diferentes lotes que possam existir. A performance reprodutiva está intimamente ligada à saúde, podendo aumentar com o melhoramento do estado geral de saúde do efetivo. O custo de alimentação decresce pela possibilidade de optar por formulações da ração única menos dispendiosas. O preço e a disponibilidade dos alimentos variam devido à sazonalidade de alguns ingredientes da ração. A ração única oferece maior independência devido à incorporação de bagaços e subprodutos alimentares menos apetecíveis na ração, que de outra maneira, a ingestão destes alimentos seria impraticável.

A mistura homogénea de vários alimentos reduz a capacidade dos animais selecionarem os diferentes ingredientes da ração, fornecendo uma ração constante e equilibrada do ponto de vista nutricional. Isto origina um ambiente ruminal mais estável e mais favorável aos microrganismos do rúmen. A população microbiana não tolera alterações bruscas da alimentação pelo que, ao fornecer rações completas, os

microrganismos contactam com a mesma proporção de nutrientes ao longo do dia, o que se traduz numa diminuição dos riscos de transtornos digestivos. O bom estado sanitário dos animais é fundamental para o aumento da quantidade de alimento ingerido e, consequentemente, para a melhoria das performances produtivas (Freitas, 2008).

D'Abreu e Salles-Baptista (2011) advertem que o fornecimento dos nutrientes das vacas leiteiras nas quantidades corretas é essencial, mas mesmo assim, é necessário ter em atenção determinadas fases do ciclo de produção. As exigências nutricionais da vaca leiteira não são constantes, isto é, variam ao longo do tempo, de acordo com o ciclo de lactação.

Linn (1988) distingue cinco fases diferentes de nutrição neste ciclo: Início da lactação (dia 0 a dia 70); Pico de ingestão de MS (dia 70 a dia 140); Fim da lactação (dia 140 a dia 305); Período seco (60 a 14 dias antes da lactação seguinte); e Período de transição (14 dias até ao parto).

Na Figura 2 pode ver-se a interação entre as curvas de produção de leite, sua percentagem de gordura e proteína, ingestão de MS e peso corporal ao longo da lactação.

A fase 1, Início da lactação (dia 0 a dia 70), é o período mais sensível de todo o ciclo. A ingestão de MS não acompanha as necessidades energéticas da produção de leite; assiste-se a uma redução de peso corporal, havendo mobilização das reservas adiposas. A maior intensidade desta fase, além de ser bastante favorável à ocorrência de doenças metabólicas, pode condicionar o reinício da atividade ovárica e consequentemente todo o ciclo de produção. Para tal, deve fornecer-se a melhor ração disponível na exploração para ultrapassar a fase de perda de peso o mais rapidamente possível (Rodrigues et al., 2012). D'Abreu e Salles-Baptista (2011) recomendam a administração de ração única com um teor aproximado de 40% de alimentos grosseiros e 60% de alimentos concentrados. Este rácio otimiza a produção de ácido acético e propiónico resultantes da digestão de grosseiros e concentrados, respetivamente.
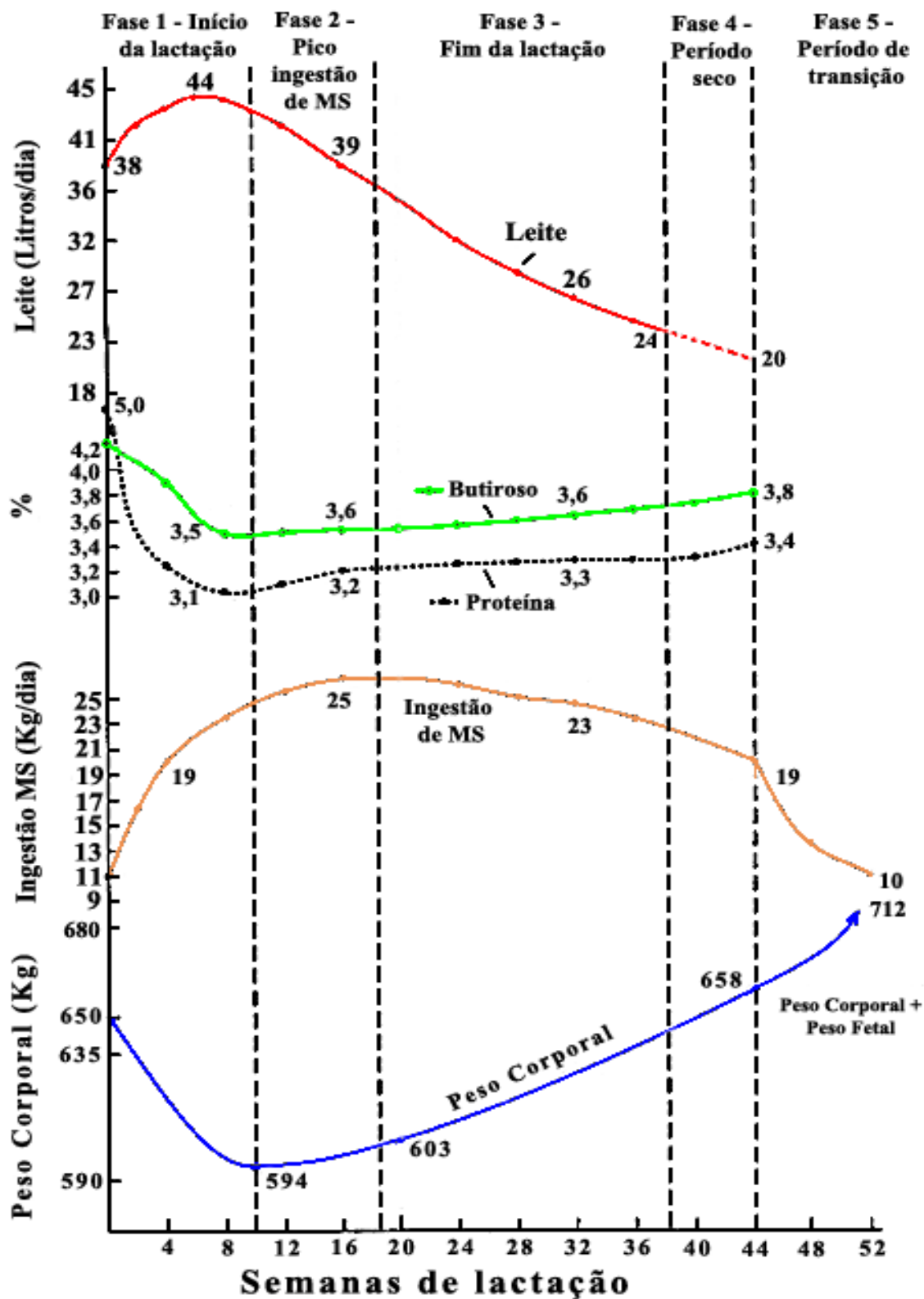
Figura 2 – Ciclo de lactação.

(Adaptado de http://www.extension.umn.edu/agriculture/dairy/feed-and-nutrition/feeding-the-dairy-herd/nutrition.html , consultado a 17 de fevereiro de 2014).

Na fase 2, ou Pico de ingestão da MS (dia 70 a dia 140), os bovinos devem ser mantidos no pico de produção de leite durante o maior período de tempo possível. A ingestão de MS encontra-se perto do máximo e pode suprir as necessidades nutricionais. Nesta fase é vantajoso fornecer fibra de boa qualidade para otimizar a atividade ruminal, juntamente com energia disponível no concentrado (Linn 1988). Nesta fase, seria vantajoso administrar uma ração com um teor de 50% em alimentos fibrosos e de 50% alimentos concentrados (D'Abreu e Salles-Baptista, 2011)

Na fase 3, ou Fim da lactação (dia 140 a dia 305), a produção de leite decresce, as necessidades nutritivas são facilmente supridas e idealmente a vaca encontra-se no início da gestação. É nesta fase que a condição corporal é recuperada, devido à perda de peso durante o início da lactação. A ração deve ser adequada de acordo com o nível de produção de leite, podendo administrar-se 60% de alimentos fibrosos e 40% de concentrados (Linn, 1988; D'Abreu e Salles-Baptista, 2011).

A fase 4, ou Período seco (60 a 14 dias antes do parto) é crítica no ciclo de lactação, porque pode ser o fator de sucesso para a maior produção na lactação seguinte e pode minimizar desordens metabólicas pós-parto. É necessário separar as vacas secas das vacas lactantes, e proporcionar um arraçoamento adequado de modo a evitar ganho de peso excessivo, fornecendo maioritariamente alimentos com maior teor em fibra (Linn 1988).

Na última fase, Período de transição (14 dias até ao parto) é essencial preparar as vacas gestantes para a lactação, de modo a evitar problemas metabólicos. Deve aumentar-se gradualmente a oferta de concentrado (Linn 1988). A esta fase associa-se o aumento da incidência de doenças metabólicas e patologias secundárias, como consequências de uma inadequada adaptação ao balanço energético (D'Abreu e Salles-Baptista, 2011).

Como as necessidades nutricionais da vaca se alteram ao longo do ciclo de lactação e gestação, a ração única distribuída pelo SMDR permite fornecer um tipo de dieta completa e adaptada à fase do ciclo em que cada lote de produção se encontra, possuindo todos os nutrientes necessários ao metabolismo da vaca de modo a maximizar o seu potencial genético, aumentando a produção de leite e diminuindo os riscos de desordens metabólicas.

2.2. O semirreboque distribuidor e misturador de ração

O semirreboque misturador e distribuidor de ração (SMDR), vulgarmente conhecido como "*Unifeed*", é uma máquina para mistura e distribuição de ração animal. Segundo Pérez (2009), este tipo de máquina foi introduzida no mercado em 1960, nos Estados Unidos da América e em Israel, com o objetivo conseguir um alimento para os animais que fosse mais completo e com uma mistura mais homogénea do que aquela que se oferecia até então.

Existem vários tipos de misturadores, como os misturadores fixos, os misturadores e distribuidores automotrizes, os semirreboques misturadores e distribuidores de pás, os semirreboques misturadores e distribuidores de tômbola e os semirreboques misturadores e distribuidores de sem-fim. Embora existam vários tipos de misturadores, de eixo vertical ou horizontal, com diferentes fabricantes e modelos, o objetivo é o mesmo para todos eles: produzir uma dieta com os ingredientes bem misturados. Para o propósito desta dissertação, apenas foram considerados os semirreboques misturadores e distribuidores verticais e os horizontais.

Contrastando com os misturadores de ração fixos que apenas misturam os ingredientes da ração, os SMDR oferecem maior flexibilidade, podendo adicionar os ingredientes em diferentes locais de armazenamento e permitem a distribuição da ração em diferentes locais de distribuição (Amaral-Phillips *et al.*, 2002).

Para Collings (2007) há trinta anos, a formulação da ração estava a cargo das indústrias de ração animal, que elaboravam várias formulações de ração animal, podendo ser apresentadas em granulado, tacos ou farinha. Estas rações eram distribuídas juntamente com palha, feno ou silagem. Com o passar dos anos, o preço dos cereais desceu ao ponto em que se tornou mais económico produzir ração na própria exploração. Desde então, iniciaram-se as primeiras pesquisas científicas para formular um tipo de ração que correspondesse às necessidades nutricionais da exploração, bem quanto ao modo como a ração era apresentada aos animais. Tais pesquisas sobre como elaborar a melhor ração, juntamente com o melhoramento genético e a maior necessidade de ingestão de matéria seca, impulsionou os fabricantes deste tipo de máquinas a produzir vários tipos de SMDR, originando ainda uma maior procura de formulação de ração, bem como numa melhor mistura e uma melhor apresentação final.

Um SMDR terá que cumprir alguns requisitos básicos, tais como: ser fácil e seguro de operar; ter dimensões adequadas relativamente às infraestruturas existentes; distribuir a mesma dieta para todos os animais do lote; permitir realizar uma dieta que seja menos dispendiosa para a exploração; e ser de fácil manutenção (Dairy Australia 2007).

Segundo Culpin (1976) o SMDR é um equipamento móvel, constituído por um grupo de sem-fins rotativos inseridos num tegão em forma de "V". Os sem-fins necessitam de uma fonte de movimento rotativo para misturar a ração, utilizando a tomada de força do trator. O tegão está assente em células de carga electrónicas de modo a poder pesar com exatidão as diferentes quantidades de cada ingrediente. Uma luz indicadora ou sinal sonoro é acionado para informar o operador quando se atinge um peso pré-determinado. A distribuição da ração ocorre para fora do tegão geralmente através de um tapete com travessas metálicas que pode ser recolhido de modo a facilitar a entrada para o interior de um pavilhão e descarregar ração para dentro da manjedoura. Normalmente, os SMDR são classificados consoante a disposição espacial dos eixos dos sem-fim, podendo tratar-se de misturadores de eixo vertical ou horizontal.

Os SMDR verticais tornaram-se populares nos últimos anos. Segundo Collings (2007) o mecanismo de transmissão é simples, oferece uma boa mistura dos ingredientes, o seu funcionamento necessita de pouca potência e a sua capacidade de destroçamento permite a inclusão de fardos de palha inteiros.

Os SMDR horizontais, apesar do custo de aquisição e manutenção ser mais elevado apresentam uma maior capacidade de misturar os ingredientes e a disposição horizontal dos sem-fins torna o SMDR horizontal adequado a explorações com instalações com tectos baixos.

Em suma, ambos os tipos de SMDR são capazes de produzir uma mistura de boa qualidade e de cortar eficazmente todos os ingredientes mas o produto final depende sempre da qualidade dos ingredientes inseridos e de como o SMDR é utilizado pelos respetivos operadores. Dito isto, a escolha de um SMDR vertical ou horizontal depende principalmente da preferência pessoal do dono da exploração, da sua experiência e da avaliação sobre aspetos inerentes à própria exploração.

2.3. Otimização da utilização do SMDR

Os SMDR são desenhados para misturar e distribuir eficazmente todo o tipo de alimentos neles inseridos. No entanto, todas as misturas são diferentes. Para tirar o maior partido do SMDR, é conveniente realizar alguns ensaios, de modo a obter a melhor mistura possível.

Segundo Barmore (2002), é necessário perceber os processos que contribuem para a variação indesejada da ração, bem como perceber e gerir os tipos de misturadores existentes. O mesmo autor concluiu que os investimentos seguros que oferecem maior retorno económico são: a obtenção de equipamento adequado à exploração, fornecer formação ao operador do SMDR, adquirir um bom "software" de maneio alimentar, realizar registos sobre a quantidade dos ingredientes da ração e das respetivas sobras, monitorizar o tempo de mistura, verificar se a distribuição da ração é uniforme e melhorar a qualidade dos locais de armazenamento.

Para evitar que os operadores adicionem ingredientes sem qualquer tipo de metodologia, algumas marcas de fabricantes de SMDR já integram um protocolo de adição de ingredientes mais eficaz no corte e na mistura para o respetivo equipamento. Buckmaster (2009) sugere adicionar em primeiro lugar, ingredientes com maior teor em fibra; misturar três a oito minutos para destroçar alimentos fibrosos de maior comprimento; manter o SMDR em funcionamento enquanto se realiza o restante carregamento, adicionando alimentos em pequenas porções de cada vez; se possível, adicionar palha previamente cortada.

Mesmo assim, dada a grande variedade de matérias-primas a inserir na mistura, o resultado final poderá ser insatisfatório, requerendo alguma adaptação no protocolo de mistura do SMDR de modo a obter uma mistura mais homogénea. Os ensaios experimentais poderão requerer análise estatística, mas podem desde logo notar-se diferenças óbvias. As repetições do mesmo ensaio são muito importantes, nunca se devendo retirar conclusões de um ensaio apenas (Buckmaster 2009). O mesmo autor recomenda alterar o protocolo de mistura, dado que a uniformidade de mistura e tamanho da partícula podem ser afetadas pelo fluxo de material no SMDR, localização de inserção das matérias-primas (no centro do eixo, ou na periferia do tegão), ou até mesmo pela sequência de inserção. Deve-se alterar um destes fatores, um de cada vez, realizando o mesmo ensaio, pelo menos três vezes, para se obter conclusões credíveis.

Pode inclusivamente experimentar-se deixar o SMDR desligado até todos os ingredientes se encontrarem inseridos, a fim de observar melhores resultados do que seguindo o protocolo original. O mesmo autor aconselha alterar o tempo de mistura ou número de rotações do eixo dos sem-fins, e de seguida observar se o resultado é vantajoso ou não.

No caso de se observar redução de partícula insuficiente durante o processo de mistura, pode carregar-se o misturador com apenas forragem e deixar o SMDR em funcionamento e em seguida desligá-lo, para se recolher uma amostra e averiguar se o tamanho da partícula se encontra adequado às exigências. Quanto à homogeneidade de distribuição e mistura dentro do mesmo lote, ou entre lotes diferentes, pode utilizar-se o método do "*tracer*" através da introdução de um balde de grãos de milho, por exemplo, ou outra matéria-prima que seja facilmente identificável para testar a uniformidade da mistura e da distribuição ao longo de um único lote, ou entre lotes diferentes (Buckmaster 2009).

2.4. Segurança

Como a utilização de qualquer equipamento agrícola, a segurança deve ser privilegiada, de modo a não comprometer a integridade do seu operador nem as pessoas ou animais que o rodeiam.

A segurança do operador é uma das principais preocupações no desenho e desenvolvimento do SMDR. Mesmo assim, todos os anos ocorrem vários acidentes que facilmente se podiam evitar através de uma utilização mais cuidadosa no manuseamento deste equipamento. De modo a evitar acidentes, é necessário ler atentamente e seguir as indicações de segurança presentes no manual de instruções (Roto-Mix 2012).

Segundo Conceição (2012), segurança está interligada com o bom funcionamento do SMDR, através da manutenção regular e através do correto manuseamento pelo operador. Os SMDR são máquinas que, devido aos inúmeros mecanismos e órgãos ativos em movimento de que dispõem, apresentam diferentes zonas de perigo, nomeadamente a zona dos órgãos cortantes, zona de engrenagens, e zonas com cilindros oleodinâmicos com risco de esmagamento.

Os decalques avisadores de perigo (quadro 1) devem estar sempre sinalizados, se for caso disso, e devem estar bem visíveis.

Quadro 1 – Decalques avisadores de perigo. (Adaptado de Roto-Mix, 2012).

Grafismo	Aviso	Indicações
	Sinal de perigo.	Pode significar: perigo, aviso ou cuidado.
	Manter proteções e resguardos no local adequado.	Não operar o SMDR sem os resguardos de segurança. Os mecanismos rotativos podem causar lesões ou morte. Desconectar o veio de cardan antes de retirar os resguardos de segurança para ajustes ou manutenção.
	Órgãos cortantes em rotação.	Mecanismos rotativos podem causar lesões ou morte. Nunca entrar dentro da caixa ou tegão com o SMDR em funcionamento. Operar o SMDR apenas no assento do trator.
	Proibido transportar pessoas.	Transportar pessoas pode causar-lhes lesões através de engrenagens ou podem ser atiradas para fora do SMDR. Transportar pessoas pode bloquear o campo de visão ao operador, de modo a operar o SMDR de modo inseguro.
	Manter afastado de mecanismos de transmissão.	Veios rotativos podem causar estrangulamento, lesões graves ou morte. Manter sempre a proteção do veio de cardan. Usar sempre roupa justa ao corpo. Desligar o motor e observar se o veio de cardan está imobilizado antes de realizar ajustes, conexões ou manutenções.
	Perigo de gases e explosões da bateria.	Manter a bateria afastada de faíscas e chamas. O gás das baterias pode explodir. Nunca inspecionar a carga da bateria com objeto metálico. Utilizar um voltímetro ou hidrómetro.
	Perigo de fluidos sob alta pressão.	Fugas de óleo sujeitas a alta pressão podem penetrar na pele e causar lesões graves ou morte. Procurar fugas com um cartão. Proteger as mãos e o corpo de fluidos sob alta pressão.

2.5. Instalações

A implementação funcional do semirreboque misturador e distribuidor de ração tem algumas implicações nas instalações em que operam. Conceição (2012) distingue três zonas de interface na exploração: os locais de aprovisionamento, os acessos e os locais de distribuição.

Os locais de aprovisionamento devem localizar-se preferencialmente num só local, onde seja permitido o acesso desimpedido e carregamento de todos os alimentos. Idealmente deverá haver um pavilhão próprio para armazenamento simultâneo de alimentos concentrados, palhas e fenos, com dimensões adequadas não só ao trator e semirreboque, mas também aos equipamentos complementares usados na operação de carregamento.

A utilização de silagem deverá requerer o seu armazenamento em silos do tipo trincheira de paredes verticais (figura 3) e de altura compatível com a operação de desensilagem, para facilitar o carregamento para o interior do SMDR.

Figura 3 – Silo horizontal destinado à silagem de milho.
(Herdade das Pedras, Redondo, 2012).

Sempre que utilizem alimentos farinados ou granulados, uma solução possível é a utilização de silos verticais, cuja altura de descarga deve permitir faze-la diretamente para o interior do tegão do semirreboque. Em alternativa, o local de aprovisionamento pode estar situado ao nível do solo (figura 4), necessitando de um trator com carregador frontal para inserir os alimentos no interior do tegão do SMDR. O local de aprovisionamento deverá ser escolhido tendo em conta o menor deslocamento possível do reboque até à zona de distribuição. O pé direito das instalações deverá contemplar o livre movimento dos equipamentos de carregamento, sempre que eles existam.

Figura 4 – Local de aprovisionamento de produtos farináceos.
(Quinta das Atafonas, Évora, 2013).

Em relação aos acessos, e atendendo ao peso bruto que alguns semirreboques têm, sobretudo os de maior capacidade, deve garantir-se que o trajeto a realizar tenha condições de tráfego e segurança durante todo o período de utilização, preferencialmente em piso horizontal e com aderência.

Em relação aos locais de distribuição, o desenho da manjedoura, a largura do corredor e a altura das instalações são aspetos a considerar para maximizar o rendimento de trabalho da máquina e reduzir, não só o risco da ocorrência de acidentes como os tempos mortos.

O desenho da manjedoura é um fator importante a ter em conta, pois pode condicionar a distribuição da ração. Pode haver manjedouras com separação física entre o corredor de acesso e a manjedoura, ou não. No primeiro caso, é necessário atender à altura de distribuição do SMDR para o interior da manjedoura. No segundo caso (figura 5), como não existe nenhuma barreira física, a ração deve ser depositada o mais próximo possível da vaca.

Figura 5 – Pavilhão com manjedoura sem separador físico.
(Herdade de Vale de Melão de Cima, Arraiolos, 2013).

É necessário ter em conta a dimensão da frente da manjedoura que a vaca ocupa quando está a ingerir a ração; a distância que o órgão de distribuição distendido ocupa, de modo a distribuir a dieta à distância recomendada pelo fabricante do SMDR; ter em atenção para que o rodado não se sobreponha à manjedoura, dado que é frequente a manjedoura não ter separador físico em relação ao corredor de acesso do pavilhão; considerar algum espaço de sobra, no caso de, por qualquer motivo, o operador do conjunto trator-SMDR ter que aceder ao corredor. Segundo Baptista (2012) a área de alimentação pode ser coberta ou descoberta, com pavimento em betão, com comedouros

amplos (0,5 a 1 metro de largura), com o corredor com 1 metro de comedouro e 3,5 metros para a deslocação do conjunto trator- SMDR, onde as limpezas sejam frequentes.

A altura da instalação deve contemplar a altura total do conjunto trator-SMDR, considerando uma folga para garantir a segurança de utilização deste equipamento (figura 6).

Figura 6 – Acesso ao pavilhão.
(Herdade das Pedras Alvas, Montemor-o-Novo, 2013).

Muitas vezes o local de distribuição encontra-se desnivelado do caminho de acesso, causando uma pequena elevação que o operador do SMDR terá que ultrapassar, podendo causar situações de perigo ao aproximar-se da ombreira do portão de acesso.

Conceição (2012) realça que a largura dos corredores de alimentação deverá salvaguardar 0,5 metros para ambos os lados do reboque, a altura das manjedouras não deve exceder 0,6 metros na vertical e a altura dos portões de acesso deverá estar de acordo com a altura máxima do trator e do reboque, salvaguardando no mínimo 0,3 metros de folga.

2.6. Recomendações na utilização do SMDR

Segundo Freitas (2008), existe um conjunto de boas práticas para o bom funcionamento do sistema, tais como:

- Identificar corretamente as necessidades nutritivas dos animais, tendo em atenção a raça, a idade, o peso vivo e as performances produtivas pretendidas de forma a formular rações adequadas (proporção grosseiro/concentrado, energia, proteína, fibra, vitaminas e minerais);
- Utilizar apenas alimentos de boa qualidade, devendo evitar alimentos mal conservados, com um teor muito elevado em água ou contaminado por fungos;
- Como regra geral, deve-se cortar e misturar, em primeiro lugar, as matérias-primas com maior humidade, acrescentando depois as matérias-primas com menor humidade;
- Conhecer a composição química (teor em água, proteína e fibra) dos alimentos e pesar corretamente os alimentos que vão entrar na ração;
- Não ultrapassar a capacidade do reboque misturador, para evitar uma mistura pouco homogénea e o desperdício dos alimentos;
- Ter atenção aos tempos de mistura recomendados, já que um tempo de mistura muito longo pode originar uma ração muito moída (destruindo a fibra efetiva que o animal necessita), e um tempo muito curto diminui a eficiência de utilização da ração;
- Distribuir a ração pela totalidade do comedouro, de modo a minimizar a competição entre os animais e permitir que todos ingeram uma quantidade adequada de alimento para que as performances produtivas sejam semelhantes;
- Retirar os restos da ração distribuída anteriormente, antes da distribuição do alimento fresco e compará-los para verificar se são semelhantes e se os animais não selecionaram os ingredientes da ração;
- Observar regularmente a ingestão de MS e acompanhar a resposta produtiva dos animais (condição corporal, ganhos médios diários, índice

de conversão alimentar) de forma a corrigir atempadamente a formulação.

Segundo Buckmaster (2009), utilizar o semirreboque com excesso de carga aumenta o tempo de mistura, o grau de homogeneidade decresce e poderá extravasar ração durante o processo. A maioria dos semirreboques é ineficaz a misturar ração quando o tegão se encontra demasiado cheio de ração. Por outro lado, alguns SMDR são ineficazes a misturar pequenas quantidades de ração. Para evitar esta situação, deve ser consultada a informação do fabricante acerca da quantidade máxima e mínima passível de ser misturada eficazmente.

O volume útil do SMDR deverá acomodar o maior lote existente na exploração, mas o SMDR também deverá ser capaz de misturar eficazmente a ração para lotes mais pequenos, no caso das vacas secas e novilhas. É necessário considerar o aumento de ingestão de MS das vacas no período do verão, dado que podem consumir até 70 % da ração no período mais fresco do dia, isto é, no início da manhã ou no final da tarde. Também é necessário considerar médio prazo quanto ao número de vacas na exploração, quer se perspetive no futuro, um aumento ou redução do número de vacas na exploração (Amaral-Phillips et al. 2002).

3. Material e métodos

3.1. Descrição geral do Semirreboque Misturador e Distribuidor de Ração

A função de um misturador é o de misturar uniformemente partículas de diferentes características, como a dimensão, densidade e teores em humidade. A mistura «perfeita» ocorre quando, qualquer amostra retirada da mistura possua exatamente a mesma composição uniforme. O misturador permite a inclusão de vários alimentos, realizando mecanicamente, a mistura para que a ração obtida tenha as características nutricionais pretendidas para distribuir aos animais (Kammel 1998).

A classificação do SMDR depende da posição espacial do eixo dos órgãos de mistura e corte. Estes órgãos são constituídos por sem-fins em número variável, dependendo da marca e modelo.

3.1.1. SMDR vertical

Este tipo de semirreboque possui os sem-fins em posição perpendicular em relação ao chassi. Trata-se de um equipamento em que os alimentos inseridos no interior da caixa são cortados e misturados pelo movimento rotativo dos sem-fins, promovendo um fluxo da ração em sentido ascendente (figura 7), o qual de seguida desce por ação da gravidade, movimentando-se para a periferia da caixa, até ser impelido na vertical novamente.

Figura 7 – Fluxo da ração no SMDR vertical com dois sem-fins.
(Adaptado de www.steinhartsfarmservice.com/knight-vert-c.jpg, consultado a 4 de julho de 2013).

3.1.2. SMDR horizontal

Trata-se de um semirreboque com caixa de forma paralelepipédica, com os sem-fins dispostos na horizontal, paralelamente ao chassi. Neste tipo de SMDR, o fluxo da ração é mais complexo comparativamente ao SMDR vertical e depende de vários fatores, tais como: o número de sem-fins, o sentido de rotação dos sem-fins, o comprimento do veio do sem-fim, do comprimento do helicoide e a localização do órgão de descarga.

Como a figura 8 representa, o fluxo ocorre do seguinte modo: a ração flui para o órgão de descarga (que pode estar situado no centro ou numa das extremidades do tegão) através da rotação dos sem-fins inferiores. A ração é comprimida e impelida para a parte superior do tegão, sendo impulsionada depois para o interior do tegão através dos sem-fins superiores (se existirem).
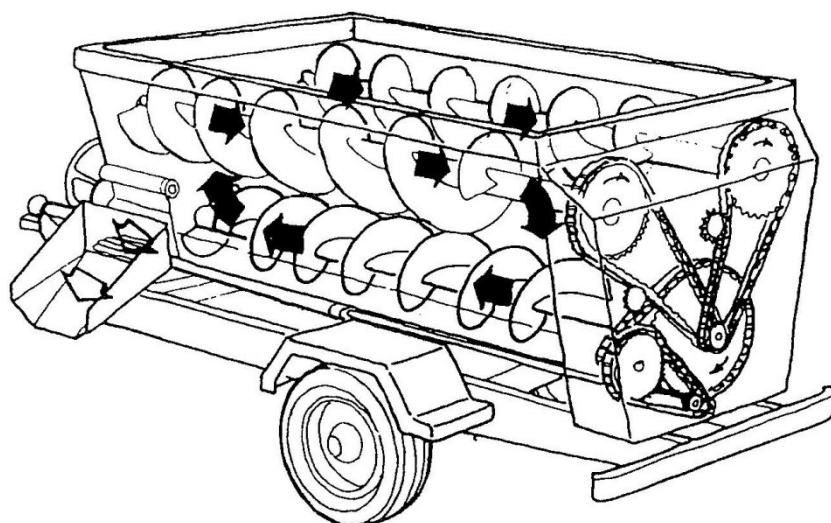
Figura 8 – Fluxo da ração no SMDR horizontal com três sem-fins.
(Adaptado de http://i.imgur.com/t16CGvH.jpg , consultado a 2 de março de 2014).

3.2. Constituição do SMDR

3.2.1. Chassi e tegão

O chassi ou quadro (figura 9), constitui a base de suporte para o tegão e é o local onde se fixam os restantes órgãos que constituem o SMDR (Carvalho e Buinho, 2007).

O chassi é constituído por um quadro, uma lança de engate, eixo e rodados, suportes e apoios, e dispositivos de segurança (Conceição, 2012).
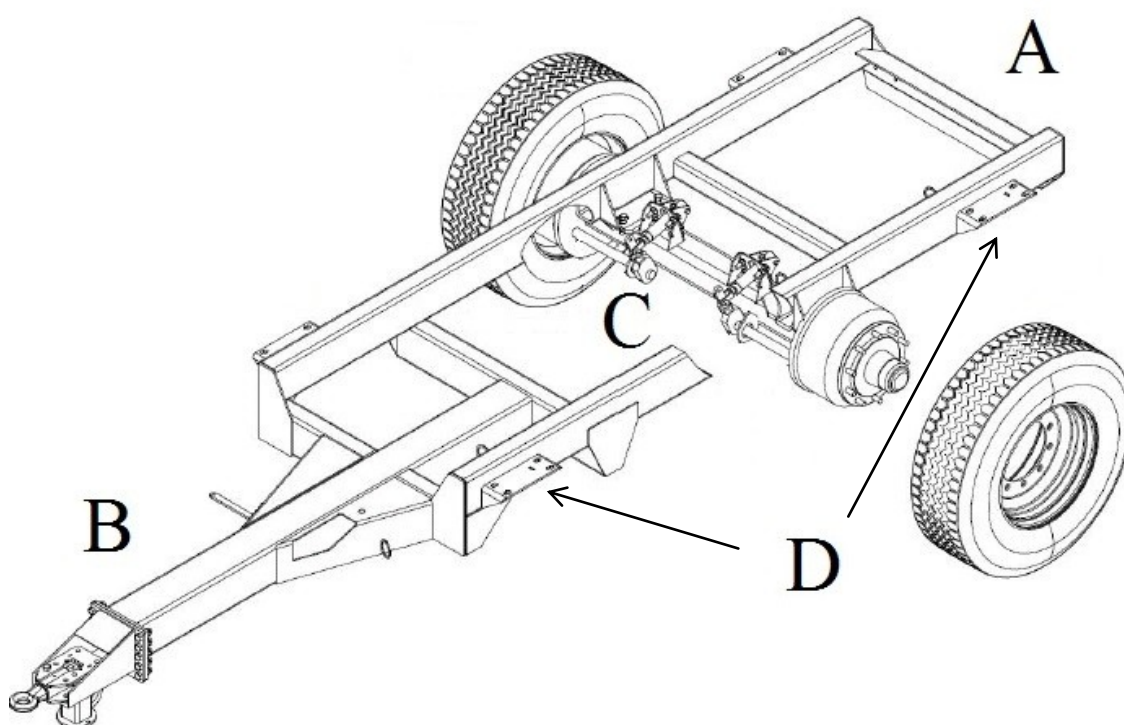
Figura 9 – Chassi de um SMDR. A – quadro; B – lança de engate; C – eixo e rodados; D – suportes e apoios.
(Adaptado de Keenan, 2009).

Geralmente, o quadro consiste numa estrutura rectangular tubular, por norma de secção quadrada, em que se dispõem longitudinalmente duas vigas, unidas entre si por duas ou mais travessas (Conceição 1994). Mais recentemente, surgiu no mercado um chassi em tudo semelhante ao descrito anteriormente, com a diferença da estrutura ser em forma de "T".

A parte anterior do chassi possui uma lança e respetivo engate para acoplamento do semirreboque ao trator. A lança faz a união com o puxo do trator através de uma "argola" rotativa, com o propósito de evitar acidentes em caso de viragem. Para facilitar o engate e o desengate, a lança está equipada com um suporte de descanso (Carvalho & Saruga, 2007). O tegão está assente no chassi através de células de carga.

Segundo Conceição (2012), existem ainda os dispositivos de segurança, que são normalmente constituídos por: sistema de travagem, sistema de iluminação e resguardos dos mecanismos de transmissão.

Consoante a capacidade de carga e modelo do semirreboque, o eixo poderá ser simples ou de eixos em tandem. Cada eixo possui rodas pneumáticas e sistema de travagem oleodinâmico.

O tegão, ou caixa, é uma estrutura protegida contra a corrosão causada pelos alimentos, onde no seu interior se encontram os órgãos de corte e mistura. É pela parte superior do tegão que se introduzem os alimentos para realizar a ração completa.

Junto ao tegão pode encontrar-se uma escada de serviço (figura 10) e outros assessórios tais como as alavancas de comando do sistema oleodinâmico, monitores de informação, abertura de descarga de ração e órgãos de distribuição.

Figura 10 – SMDR vertical com escada de serviço.
(Quinta das Atafonas, Évora, 2013).

3.2.2. Órgãos de corte e mistura

O corte e a mistura dos ingredientes adicionados para realizar a ração são efetuados pela rotação dos respetivos sem-fins, que podem estar dispostos na horizontal ou na vertical.

O movimento destes órgãos faz-se por acionamento mecânico com origem na tomada de força do trator. O movimento dos órgãos de corte e mistura do semirreboque é transferido através do veio de cardan e transmissão por correntes de rolos para cada sem-fim (Conceição 2012).

3.2.2.1. SMDR de eixo horizontal

No caso dos SMDR de eixo horizontal, os sem-fins giram em sentidos opostos, promovendo uma melhor mistura dos vários ingredientes da ração. O número de sem-fins horizontais pode ir desde um único sem-fim, até quatro sem-fins, dependendo da marca do fabricante, modelo e capacidade do SMDR. Na figura 11 encontram-se ilustrados o número e sentidos de rotação de sem-fins mais comuns existentes no mercado.
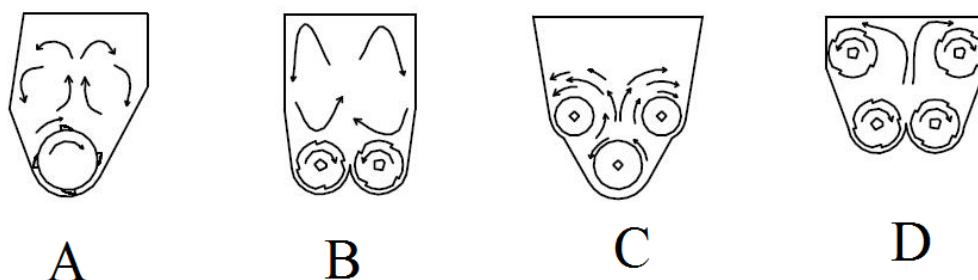
Figura 11 – Número de sem-fins no SMDR horizontal. A – SMDR horizontal com um sem-fim; B – SMDR horizontal com dois sem-fins; C – SMDR horizontal com três sem-fins; D – SMDR horizontal com quatro sem-fins.
(Adaptado de Kammel, 1998).

Quanto aos sem-fins, podem encontrar-se uma grande variedade de combinações quanto: à superfície helicoidal, aos apoios do sem-fim, ao comprimento do helicoide e aos elementos cortantes.

A superfície helicoidal do sem-fim pode ser do tipo aberta, fechada ou combinada (figura 12).

Figura 12 – Tipo de superfície helicoidal do sem-fim. À esquerda: superfície helicoidal aberta; ao centro: superfície helicoidal fechada; à direita: superfície helicoidal combinada.
(Adaptado de http://img846.imageshack.us/img846/1750/img0702t.jpg, consultado a 7 de julho de 2013).

O veio do sem-fim (figura 13) pode ser incompleto se apenas estiver apoiado numa extremidade do tegão, ou completo se estiver apoiado em ambas as extremidades do tegão.
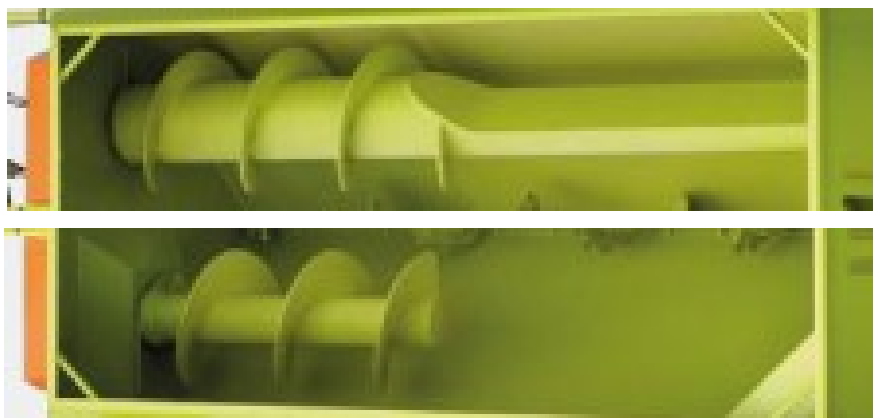
Figura 13 – Apoios do sem-fim. Em cima: com ambas as extremidades; em baixo: uma única extremidade.

(Adaptado de: http://casacastroagronegocios.com.br/wp-content/uploads/2012/07/roscas.jpg, consultado a 7 de julho de 2013).

O comprimento do helicoide (figura 14) pode ser completo se a superfície helicoidal envolver a totalidade do veio ou pode ser incompleto se o helicoide envolver apenas uma parte do veio.

Figura 14 – Helicoides superiores de comprimento incompleto; helicoides inferiores de comprimento completo.
(Adaptado de:
http://www.flaman.com/agriculture/images/features/LuckNowPseriesAugers.jpg,
consultado a 7 de julho de 2013).

Quanto aos elementos cortantes (figura 15), estes podem ser lâminas cortantes amovíveis, aparafusadas à periferia do helicoide; pode ser a própria superfície do helicoide que é recortada; ou ambos.

Figura 15 – Elementos cortantes. Sem-fins com recorte munidos de lâminas amovíveis.
(Adaptado de http://s18.postimg.org/etvxr562x/Yem_karma_12m3_3.jpg, consultado a 8 de julho de 2013).

É frequente encontrar contra-facas na superfície interna do tegão (figura 16), aumentando assim a sua capacidade de corte sobre os alimentos fibrosos ou de maior dimensão. Trata-se de uma placa de aço que pode ser mais ou menos inserida no interior do tegão consoante o grau de destroçamento pretendido. As contra-facas podem ser de ajuste manual ou oleodinâmico.

Figura 16 – Contra-facas. À esquerda – contra-faca de ajuste manual (Herdade Vale de Melão, 2013); à direita – contra-faca de ajuste oleodinâmico (Herdade da Pecena, Portel, 2013).

3.2.2.2. SMDR de eixo vertical

Nos reboques de eixo vertical os órgãos de mistura são constituídos por um, dois ou três veios helicoidais dispostos perpendicularmente ao chassi. As facas encontram-se dispostas radialmente no sem-fim (figura 17). De forma semelhante aos modelos de eixo horizontal, as contra-facas dispõem-se perifericamente no interior da caixa do semirreboque, podendo ser ajustadas para maior ou menor capacidade de destroçamento do alimento (Conceição 2012).

Figura 17 – Sem-fim vertical equipado com facas aparafusadas na extremidade do helicoide.
(Herdade do Sobral, Viana do Alentejo, 2013).

3.2.3. Mecanismos de transmissão

O sistema de transmissão tem o objetivo de levar o movimento rotativo da tomada de força para o sem-fim, utilizando para isso, correntes de rolos e/ou redutores de velocidade. O movimento dos órgãos de mistura faz-se por transmissão mecânica, cuja origem do movimento se encontra na tomada de força do trator, em que o regime nominal de funcionamento poderá ser de 540 ou 1000 rotações por minuto.

Todos os tipos de SMDR possuem um redutor primário, responsável por reduzir a velocidade de rotação que provém da tomada de força do trator e transmitir a potência ao redutor secundário. O redutor secundário realiza a segunda redução de velocidade e transmite a potência ao sem-fim. Os redutores poderão ser engrenagens epicicloidais, engrenagens paralelas em cárter fechado, ou por corrente de rolos (Conceição 2012).

3.2.3.1. SMDR de eixo horizontal

Segue-se, como exemplo, o sistema de transmissão de um SMDR horizontal composto por quatro sem-fins. Neste caso a transmissão é do tipo corrente de rolos e ocorre pela seguinte ordem:

1. Tomada de força do trator;
2. Veio de cardan;
3. Veio receptor do SMDR;
4. Primeiro andar de redução (figura 18);
5. Segundo andar de redução (figura 19);
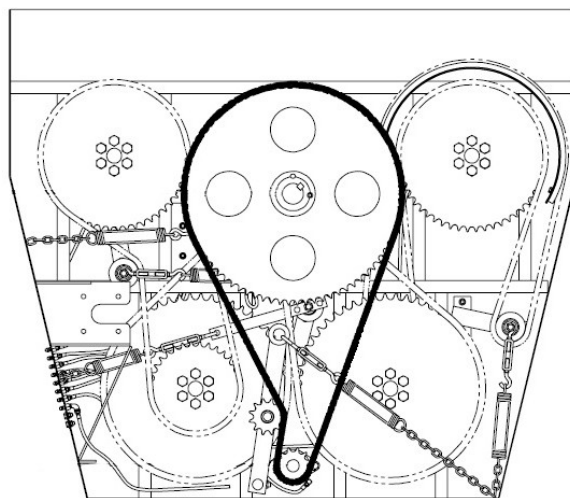
Figura 18 – Primeiro andar redutor de um SMDR horizontal.
(Adaptado de Roto-Mix LLC, 2006).
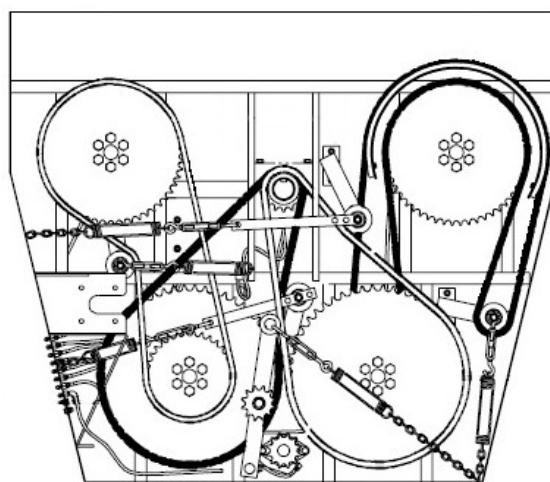
Figura 19 – Segundo andar redutor de um SMDR horizontal. Nota: o primeiro andar redutor foi retirado para fins ilustrativos.
(Adaptado de Roto-Mix LLC, 2006).

3.2.3.2. SMDR de eixo vertical

No sistema de transmissão do SMDR de eixo vertical (figura 20), o movimento do veio receptor é transmitido a um conjunto redutor de vários andares, o qual possui uma engrenagem cónica para passar o movimento de rotação do veio horizontal (veio de cardan) para um sem-fim vertical (Conceição 1994).
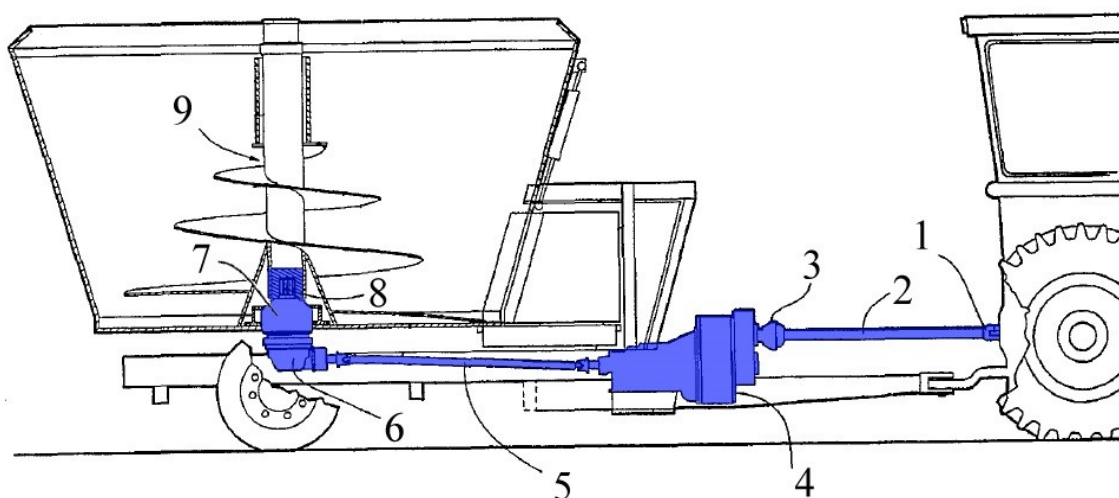
Figura 20 – Sistema de transmissão de um SMDR vertical com um sem-fim.
Legenda: 1 – tomada de força; 2 – veio de cardan; 3 – embraiagem de segurança; 4 – redutor de engrenagens paralelas; 5 – veio de transmissão; 6 – redutor cónico; 7 – redutor epicicloidal; 8 – rotor; 9 – sem-fim vertical.
(Adaptado de Neier, 1995).

Se o SMDR possuir dois ou três sem-fins existe uma transmissão no interior do redutor cónico (figura 21) através de um veio que transmite o movimento de rotação ao segundo e terceiro sem-fim.
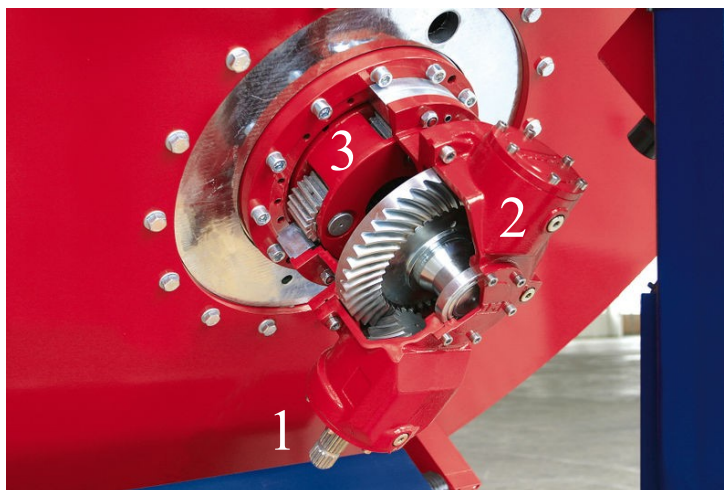
Figura 21 – Engrenagem do SMDR vertical. Composto por: 1 – veio de receptor; 2 – engrenagem cónica; 3 – redutor epicicloidal.
(Adaptado de:
http://www.agritek.fi/files/agritek/kverneland_rehukoneet/KvT_Vert_Mix_012.jpg, consultado a 11 de julho de 2013).

3.2.4. Órgãos de distribuição

A distribuição de alimento nos semirreboques misturadores e distribuidores de ração é feita, quer nos sistemas de eixo horizontal, quer nos sistemas de eixo vertical, através da abertura existente na caixa, provida de guilhotina, por onde o alimento é distribuído para o solo ou para a manjedoura (figura 22).

Segundo Conceição (1994) quantidade de alimento a distribuir é regulada pela velocidade de avanço do semirreboque e pela abertura da guilhotina. O posicionamento e o número das aberturas de descarga é variável para o tipo de eixo, modelo e capacidade de carga. As aberturas podem ser unilaterais ou bilaterais e podem estar localizadas na parte posterior ou na parte anterior do SMDR.

Figura 22 – Abertura de descarga lateral.
(Herdade das Pedras Alvas, Montemor-o-Novo, 2013).

A distribuição pode ocorrer através de um tapete rolante ou através de um conjunto de sem-fins distribuidores. O sistema de tapete rolante é constituído por correntes e travessas metálicas, ou por uma cinta de borracha. O sistema de sem-fins distribuidores é composto por um ou dois, acionados por um motor oleodinâmico. Na ausência de dispositivos electrónicos, existe uma abertura de descarga equipada com uma escala com ponteiro para facilitar o controlo pelo operador (figura 23).

Figura 23 – Equipamento de um SMDR. Possui duas escalas, com respetivos ponteiros e balança electrónica.
(Herdade de Vale de Melão de Cima, Arraiolos, 2013).

Alguns modelos têm a possibilidade de regular a altura de distribuição, proporcionando ao operador uma maior flexibilidade na forma de distribuir (figura 24). O sistema de distribuição (tapete ou sem-fins de distribuição) e o controlo da altura da guilhotina são atuados pelo sistema oleodinâmico, o qual envia óleo para o cilindro de abertura da guilhotina e para o cilindro de regulação em altura, bem como o motor oleodinâmico que anima o sistema de distribuição (Conceição 1994).

Figura 24 – Tapete de distribuição. À esquerda está recolhido; à direita está estendido. (Herdade das Pedras Alvas, Montemor-o-Novo, 2013).

Para a retenção de objetos metálicos que eventualmente possam estar presentes na mistura da ração, o SMDR pode estar equipado com placas magnéticas na saída de distribuição para evitar que estes possam causar perigo para os animais (Conceição 1994).

3.2.5. Sistema oleodinâmico

O circuito oleodinâmico pode ser mais ou menos complexo, consoante as funções que desempenhe no semirreboque. Este sistema permite atuar componentes fundamentais ao desempenho do SMDR, tais como cilindros oleodinâmicos, que atuam aberturas do tipo guilhotina, sapatas de estacionamento ou regulação da altura do sistema de distribuição, e motores oleodinâmicos que animem o sistema de distribuição (Conceição 1994).

O sistema oleodinâmico poderá ser aberto ou fechado. Pode ser aberto, se for dependente do serviço externo do sistema oleodinâmico do trator, existindo a necessidade de conexão oleodinâmica entre o SMDR e o trator através de mangueiras do tipo "*push & pull*" (empurrar e puxar). Se o sistema for fechado, não necessita de óleo proveniente do trator, apenas requer o movimento da tomada de força do trator para o funcionamento do sistema.

Este sistema é controlado consoante o comando selecionado na válvula. Esta envia óleo para o actuador de uma determinada função. Segundo Conceição (1994), os comandos podem ser para:

- Movimentar a sapata de repouso por meio de um cilindro oleodinâmico de duplo efeito;
- Abrir a guilhotina para distribuição da ração, por meio de um cilindro oleodinâmico de duplo efeito;
- Acionar o tapete distribuidor por um motor oleodinâmico;
- Regular a altura de funcionamento do tapete distribuidor;
- Basculamento da caixa do semirreboque para facilitar o carregamento;
- Controlar o movimento de órgãos opcionais como é o caso do funcionamento de desensiladoras.

3.2.6. Órgãos para carregamento

O SMDR pode estar equipado com uma desensiladora (figura 25), que é constituída por um braço de elevação, normalmente acionada por dois cilindros oleodinâmicos em paralelo, que podem ser de simples ou de duplo efeito e por um rotor com facas movido por um motor oleodinâmico. Este rotor é limitado superiormente por um deflector para a condução do alimento para o interior do semirreboque. A velocidade do rotor pode ser alterada através do comando de uma válvula reguladora do caudal de óleo, que alimenta o motor oleodinâmico (Conceição 1994).

Figura 25 – SMDR horizontal com desensiladora.
(Adaptado de: http://www.italianfarmmachinery.com/images/Husky_4829.jpg , consultado a 11 de julho de 2013).

3.2.7. Sistemas de informação

A balança electrónica é um órgão vital na quantificação dos vários ingredientes a adicionar na ração única. O sistema é composto por: sensores dinamométricos de funcionamento por compressão ou flexão, de número variável, situados sob o tegão; unidade processadora e painel de comando, com mostrador electrónico (figura 26); fonte de alimentação (bateria ou cabo elétrico proveniente do trator); e alarme sonoro para indicar o operador que atingiu um determinado peso (Pérez 2009).

Figura 26 – Mostrador da balança electrónica.
(Herdade das Pedras, Redondo, 2013).

Segundo Conceição (1994), a operação de carregamento baseia-se na criação de um programa de arraçoamento, no qual podem ser carregados um determinado número de alimentos. As balanças electrónicas permitem que sejam introduzidos diversos programas com vários pesos de alimentos por programa. Pode haver vários lotes de animais, cada lote com seu programa distinto. Na operação de descarga, a programação baseia-se na quantidade que se pretende ver distribuída. O dispositivo de alarme soa sempre que se atinge o valor previamente programado de uma quantidade carregada ou descarregada.

A maioria dos fabricantes dispõe de um acessório que possibilita a comunicação da balança instalada no SMDR com um "*software*" instalado num computador através de uma ligação sem fios, permitindo o acompanhamento em tempo real e registo das quantidades carregadas de todos os ingredientes, da quantidade distribuída em cada lote e da hora da distribuição. Este sistema é uma poderosa ferramenta de monitorização pois pode guardar os registos das distribuições feitas e acompanhar detalhadamente a

distribuição da ração única ao longo do tempo de modo a poder melhorar a eficiência deste processo (Buckmaster, 2009).

3.2.8. Equipamentos complementares

O SMDR liga-se ao trator no engate, boca-de-lobo ou barra de puxo, como ilustra a figura 27.
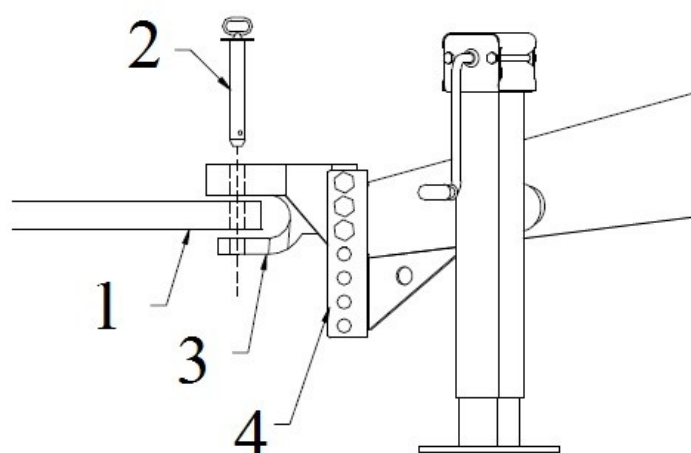
Figura 27 – Sistema de reboque através da barra de puxo. Legenda: 1 – barra de puxo do trator; 2 – cavilha; 3 – engate; 4 – ajustamento em altura.
(Adaptado de Jaylor Fabricating Inc., 2002).

É necessário ter em atenção alguns aspetos técnicos do trator agrícola utilizado para acoplar ao semirreboque, como a potência requerida pelo SMDR à tomada de força. Para Conceição (2012), a potência do motor deverá ter mais 10% da potência requerida pelo SMDR, de modo a salvaguardar situações que comprometam o seu bom desempenho (por exemplo, no caso do processamento de dietas com forte componente forrageira de grande comprimento ou elevado teor de humidade). Outro aspeto que facilita a condução e manobras do SMDR é a existência de direção assistida, tração às quatro rodas para situações de transporte em acessos difíceis e transmissão electro-oleodinâmica, vulgarmente conhecida por "*powershift" ou "powershuttle*". Deve ser

sempre avaliada a compatibilidade do trator relativamente aos regimes de rotação da tomada de força, sistema de travagem e categoria/peso suportado na barra de engate.

No caso dos tratores mais recentes, o comando remoto da tomada de força no guarda-lamas do trator que evita a deslocação do operador para a cabine do trator, minimizando os tempos mortos.

Poderá ser ainda necessário recorrer à utilização de outros equipamentos, otimizando a sua operacionalidade, nomeadamente no que se refere ao carregamento em que existem diferentes soluções. A operação de carregamento dos vários componentes da ração completa habitualmente recorre à utilização de um trator adicional, provido com carregador frontal, ou recorrendo a uma pá carregadora industrial.

A utilização de um trator agrícola extra com carregador frontal é uma solução que não implica necessariamente um segundo operador, onde vulgarmente se recorre a um trator de gama média de potência existente na exploração e que permite o carregamento de todos os tipos de alimento (figura 28).

Figura 28 - Carregamento de um SMDR de eixo horizontal por um trator equipado com balde no carregador frontal.
(Herdade das Pedras Alvas, Montemor-o-Novo, 2013).

A utilização de um carregador telescópico (figura 29) permite o fácil acesso às matérias-primas que estejam aprovisionadas em altura, num barracão, por exemplo.

Figura 29 - Carregamento de um SMDR de eixo horizontal por um carregador telescópico.
(Herdade das Pedras, Redondo, 2013).

É frequente a exploração possuir sistemas como ilustra a figura 30, utilizados para aproximar a ração distribuída para junto do efetivo.

Figura 30 – Equipamentos complementares. À esquerda: trator com pá engatada nos três pontos (Herdade das Pedras Alvas, Montemor-o-Novo, 2013); à direita: pneu engatado nos três pontos (Herdade de Vale de Melão de Cima, Arraiolos, 2013).

Existem ainda sistemas que são usados para auxiliar e complementar a função do SMDR, tais como silos de armazenamento (verticais ou horizontais), sem-fins de transporte, misturadores e cortadores fixos, e tapetes transportadores para levar a pré-mistura para o interior do SMDR, como ilustra a figura 31.

Figura 31 – Sistema fixo de distribuição complementar ao SMDR. (Adaptado de http://www.wrp.pl/sites/default/files/2341.jpg, consultado a 18 de julho de 2013).

3.3. Explorações visitadas

O objetivo desta dissertação é o estudo da utilização do SMDR em explorações de vacas leiteiras. Para o efeito, foram visitadas o maior número de explorações de produção de leite, onde o sistema de alimentação das vacas leiteiras ocorresse exclusivamente através de SMDR.

As visitas ocorreram mediante contacto prévio, numa data ao critério do proprietário da exploração. A visita foi dividida em duas partes: a primeira parte correspondia ao preenchimento do protocolo (ver Anexo), na presença do proprietário da exploração; a segunda parte correspondia à realização de fotografias e registo de observações com os respetivos operadores.

Foram observadas um total de nove explorações (figura 32) com semirreboques misturadores e distribuidores de ração funcionais. Todos os dados foram recolhidos em Portugal continental, no distrito de Évora, concretamente nos concelhos de:

- Arraiolos – Herdade de Vale de Melão de Cima (1);
- Évora – Quinta das Atafonas (2);
- Montemor-o-Novo – Herdade das Pedras Alvas (3), Herdade do Casão (4), Herdade Vale de Leite (5), Herdade da Infanta (6);
- Portel – Herdade da Pecena (7)
- Redondo – Herdade das Pedras (8);
- Viana do Alentejo – Herdade do Sobral (9).
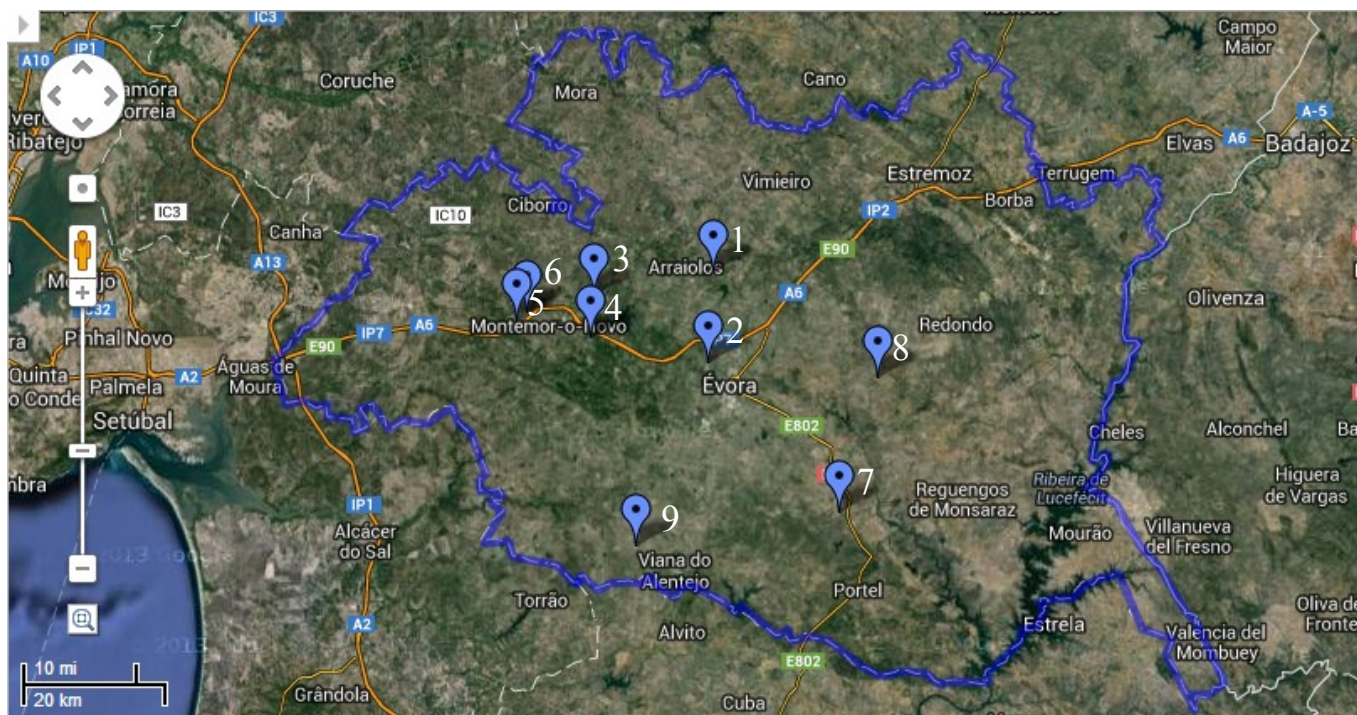
Figura 32 – Mapa das explorações visitadas. 1 – Herdade de Vale de Melão de Cima; 2 – Quinta das Atafonas; 3 – Herdade das Pedras Alvas; 4 – Herdade do Casão; 5 – Herdade Vale de Leite; 6 – Herdade da Infanta; 7 – Herdade da Pecena; 8 – Herdade das Pedras; 9 – Herdade do Sobral (http://goo.gl/maps/rRp9W , 2013).

4. Resultados e discussão

O resultado dos dados recolhidos nas explorações visitadas é bastante heterogéneo. Ainda que o número de visitas tenha sido reduzido para se elaborar um estudo estatístico mais aprofundado, é possível aferir algumas conclusões pertinentes, fundamentadas pela experiência dos proprietários das explorações e dos seus funcionários.

4.1. A ração única

Os ingredientes da ração única (figura 33) encontrada em todas as explorações visitadas não variaram muito. Todas as explorações utilizaram os mesmos ingredientes na ração única, variando apenas a quantidade e qualidade dos mesmos. A silagem de milho foi o ingrediente encontrado em maior quantidade, seguido de feno ou silagem de azevém, farinha de milho, sendo o restante composto por soja, polpas, bagaços, melaços, palha, e sais minerais. Ocasionalmente foi acrescentada água à ração.

Figura 33 – Aspeto da ração única após distribuição.
(Herdade de Vale de Melão de Cima, Arraiolos, 2013)

Em todas as explorações, a formulação da ração foi elaborada de acordo com um nutricionista, mediante um programa informático de informação e registo. Para informar o operador, todas explorações possuem um mostrador electrónico (figura 34) que indica a quantidade de um determinado ingrediente a adicionar.

Figura 34 – Monitor da balança electrónica.
(Herdade de Vale de Melão de Cima, Arraiolos, 2013).

4.1.1. Formulação de ração e dimensionamento do SMDR

Existem no mercado inúmeras hipóteses de escolha em relação à capacidade de carga do SMDR. O volume do SMDR é um aspeto a ter em conta. Segundo Buckmaster (2009), a capacidade do SMDR é importante porque permite uma mistura adequada, sem tempos excessivos de mistura, que geralmente é acompanhado por redução excessiva do tamanho da partícula.

De modo a perceber melhor a dimensão dos SMDR encontrados, foi necessário realizar uma formulação de ração para vacas leiteiras em produção. Os ingredientes utilizados na formulação da ração foram os mesmos encontrados em maior abundância nas explorações visitadas.

A formulação de ração para vacas leiteiras foi projetada para vacas com 600 kg de peso vivo (PV), com o objetivo de produzir 25 litros de leite com um teor de 4% de butiroso e 3,2% de proteína.

As necessidades diárias das vacas leiteiras para o nível de produção acima mencionado é a soma das necessidades de conservação com as necessidades de produção de leite. Segundo Jarrige (1988), as necessidades de conservação são as incluídas no quadro 2.

Quadro 2 – Necessidades diárias de conservação (Jarrige 1988).

Parâmetros	Equação	Vaca com 600 kg
UFL	$1{,}4 + [(0{,}6 \times kgPV) \div 100]$	5 UFL
PDI (g)	$95 + (0{,}5 \times kgPV)$	395 g
P (g)	$4{,}5\, por\ 100\ kgPV$	27 g
Ca (g)	$6\, por\ 100\ kgPV$	36 g
MS	-	11 a 15 kg
UEL	-	11,5 a 15,5 UEL

Notas: Unidades Forrageiras de Leite (UFL), Proteína Digestível no Intestino (PDI), Fósforo (P), Cálcio (Ca), Matéria Seca (MS) e Capacidade de Ingestão (UEL)

As necessidades de produção de 25 litros de leite com 4% teor de butiroso e 3,2% teor em proteína são as apresentadas no quadro 3.

Quadro 3 – Necessidades de produção de 25 litros de leite com 4,0% teor de butiroso e 3,2% teor em proteína (Jarrige 1988).

Parâmetros	Para 1 litro de leite	Para 25 litros de leite
UFL/dia	0,44	11
PDI/dia (g)	48	1200
P/dia (g)	1,7	42,5
Ca/dia (g)	3,5	87,5

Notas: Unidades Forrageiras de Leite (UFL), Proteína Digestível no Intestino (PDI), Fósforo (P), Cálcio (Ca)

Deste modo, as necessidades nutricionais diárias totais da vaca leiteira são as indicadas no quadro 4.

Quadro 4 – Necessidades nutricionais diárias totais.

Parâmetros	Necessidades de conservação	Necessidades de produção	Necessidades totais
UFL	5	11	16
PDI (g)	395	1200	1595
P (g)	27	42,5	69,5
Ca (g)	36	87,5	123,5

Notas: Unidades Forrageiras de Leite (UFL), Proteína Digestível no Intestino (PDI), Fósforo (P), Cálcio (Ca)

A ração de base mais comum é constituída por 80% silagem de milho e 20% feno de azevém. As propriedades nutricionais dos alimentos da ração estão apresentadas no quadro 5, incluindo a Proteína Digestível no Intestino Limitada pelo Azoto (PDIN) e a Proteína Digestível no Intestino Limitada pela Energia (PDIE).

Quadro 5 – Valor nutritivo dos alimentos da ração de base (de Blas *et al*., 2010).

Alimentos	MS (%)	Por kg de MS					
		UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	UEL	Ca (g)	P (g)
Silagem de milho	30	0,9	53	64	1,22	3	2
Feno de Azevém	85	0,74	52	74	1,05	4,5	1,05

Notas: Matéria Seca (MS), Unidades Forrageiras de Leite (UFL), Proteína Digestível no Intestino Limitada pelo Azoto (PDIN), Proteína Digestível no Intestino Limitada pela Energia (PDIE), Capacidade de Ingestão (UEL), Cálcio (Ca) e Fósforo (P)

É necessário determinar as características de 1 kg de MS da ração de base:

$$(UFL) = (0{,}74 \times 0{,}2) + (0{,}9 \times 0{,}8) = 0{,}87\ UFL/kg\ MS \quad (1)$$

$$(UEL) = (1{,}05 \times 0{,}2) + (1{,}22 \times 0{,}8) = 1{,}19\ UEL/kg\ M \quad (2)$$

Considerando que a capacidade de ingestão de MS é 14,0 UEL (Jarrige 1988), a ingestão de matéria seca obtém-se dividindo a capacidade de ingestão de MS pela ingestibilidade de 1 kg de MS da ração base:

$$14 \div 1{,}19 = 11{,}80\ kg\ MS \quad (3)$$

Deste modo, a ração de base será composta por:

$$11{,}80 \times 0{,}2 = 2{,}36\ kg\ MS\ de\ Feno\ de\ Azevém, ou \quad (4)$$

$$2{,}36 \div 0{,}85 = 2{,}78\ kg\ de\ Feno\ de\ Azevém \quad (5)$$

$$11{,}80 \times 0{,}8 = 9{,}44\ kg\ MS\ de\ Silagem\ de\ Milho, ou \quad (6)$$

$$9{,}44 \div 0{,}30 = 31{,}48\ kg\ de\ Silagem\ de\ Milho \quad (7)$$

Obtendo as quantidades da ração de base a fornecer, é necessário calcular os nutrientes fornecidos pela ração:

$$UFL = (2{,}35 \times 0{,}74) + (9{,}41 \times 0{,}9) = 10{,}25 \quad (8)$$

$$(PDIN) = (2{,}35 \times 54) + (9{,}41 \times 53) = 623{,}27\ g \quad (9)$$

$$(PDIE) = (2{,}35 \times 74) + (9{,}41 \times 64) = 779{,}09\ g \quad (10)$$

Se subtrairmos os nutrientes fornecidos pela ração de base, teremos os nutrientes em falta, a fornecer pelo concentrado:

$$UFL = 16 - 10{,}21 = 5{,}75 \quad (11)$$

$$PDIN = 1595 - 621 = 971{,}73\ g\ LIMITANTE \quad (12)$$

$$PDIE = 1595 - 776 = 815{,}91\ g \quad (13)$$

Se, na exploração, estiver disponível um concentrado com UFL = 0,90; PDIN = 145 g; PDIE = 125 g; Ca = 12 g; P = 6 g; podemos facilmente calcular a quantidade de concentrado a fornecer:

$$UFL = 5{,}79 \div 0{,}90 = 6{,}39\ kg \quad (14)$$

$$PDIN = 974 \div 145 = 6{,}70\ kg \quad (15)$$

$$PDIE = 819 \div 125 = 6{,}53\ kg \quad (16)$$

Ao fornecer 6,70 kg, de concentrado, as necessidades UFL e PDIE ficam satisfeitas. O quadro 6 resume os nutrientes presentes na ração escolhida.

Quadro 6 – Nutrientes presentes na ração fornecida.

Alimento	kg	MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)
Feno	2,8	2,4	1,7	122,2	174,7	10,6	2,5
Silagem	31,5	9,4	8,5	500,5	604,4	28,2	18,8
Concentrado	6,7	-	5,8	971,7	815,9	80,4	40,2
Total	41,0	-	16,0	1595,0	1595,0	119,4	61,6
Necessário	-	-	16,0	1595,0	1595,0	**123,5**	**69,5**

Notas: Matéria Seca (MS), Unidades Forrageiras de Leite (UFL), Proteína Digestível no Intestino Limitada pelo Azoto (PDIN), Proteína Digestível no Intestino Limitada pela Energia (PDIE), Cálcio (Ca) e Fósforo (P)

Do quadro 6 podemos observar que faltam 4,1 g de Ca e 7,9 g de P, que facilmente se podem suplementar através da administração de blocos de minerais.

No que toca ao dimensionamento da capacidade do SMDR, é necessário fornecer 41 kg por vaca, para 1000 vacas, ou seja, 41000 kg. Para obtermos o volume necessário para conter 41000 kg, podemos medir a densidade da ração, utilizando um recipiente de capacidade conhecida e pesá-lo com a respetiva ração. Supondo que a densidade é de 440[1] kg/m^3, o volume é dado pela expressão:

$$\rho = \frac{m}{V} <=> V = \frac{m}{\rho} <=> V = \frac{41000}{440} <=> V \cong 93\ m^3 \quad (17)$$

Para distribuir ração para 1000 vacas, 41000 kg de ração com uma densidade de 440 kg/m^3, o volume necessário é de 93 m^3. Um volume desta dimensão é impraticável num tegão de um SMDR. Admitindo 4 distribuições diárias, obtemos um SMDR de aproximadamente 23,3 m^3.

Amaral-Phillips *et al.* (2002) apela que os fabricantes publicitam o valor de volume total, e não o volume útil a misturar, que é 70% a 80% do volume total. Assim, se acrescentarmos 20% para compensar esta lacuna, necessitaremos de um SMDR com um volume total de 29 m^3, um volume disponível para a maioria dos fabricantes.

4.2. Antes da aquisição do SMDR

Apenas duas explorações exerciam atividade antes adquirir o SMDR (quadro 7), utilizando para o mesmo efeito, uma caixa misturadora acoplada aos três pontos do trator (figura 35). Este método despendia muito mais tempo na preparação da ração manualmente, onde a ração não era uniforme, os ingredientes da mistura não eram quantificáveis, existindo seleção de alimentos a ingerir pelas vacas.

[1] Média aritmética de pesagens de um volume conhecido.

Quadro 7 – Situação das explorações antes da aquisição do SMDR.

Questão avaliada		Herdade das Pedras	Quinta das Atafonas
Como soube do sistema SMDR.		Tomou conhecimento no estrangeiro.	Tomou conhecimento através de revistas.
Porque optou para o sistema SMDR		Melhor mistura da ração.	Aumento do efetivo.
Método de realização do arraçoamento		Manualmente, com caixa misturadora.	Manualmente, com caixa misturadora.
Tempo despendido na realização do arraçoamento		Várias horas.	Várias horas.
Ingredientes utilizados		Silagem de aveia, silagem de milho e tacos.	Colza, soja, polpa de citrinos, farinha de milho, silagem e palha.
Maquinaria utilizada		Retroescavadora com balde, trator com caixa misturadora.	Trator equipado com balde no carregador frontal, trator com caixa misturadora.
Alterações que a introdução do SMDR possa ter exigido a nível de:	Ração	Alteração do conteúdo da ração (maior variedade de ingredientes: soja, polpa de citrinos, sêmea de trigo, farinhas).	Não houve alteração.
	Instalações	Não houve alteração.	Não houve alteração.
	Maquinaria	Aquisição de carregador telescópico e 3 tratores	Aquisição de 1 trator para rebocar o SMDR
	Maneio	Não houve alteração.	Não houve alteração.

Os motivos que levaram à aquisição do SMDR prendem-se pela melhor capacidade de mistura, pelo tempo despendido na realização da ração através da caixa misturadora e pelo aumento do efetivo.

Apenas uma exploração (Herdade das Pedras) alterou a composição da ração após a aquisição do SMDR, incluindo maior variedade de ingredientes. O proprietário justificou que é possível misturar matérias-primas e subprodutos alimentares que não são apetecíveis individualmente, mas são ingeridos quando misturados na ração única.

Não se registaram alterações nas instalações destas explorações porque o desenho das mesmas já contemplava as medidas necessárias à implementação do sistema SMDR.

Figura 35 – Caixa de mistura.
(Quinta das Atafonas, Évora, 2013).

O parque de máquinas foi alargado havendo necessidade de adquirir carregadores telescópicos para incluir ingredientes no interior do tegão e tratores para o reboque e acionamento do SMDR.

4.3. Depois da aquisição do SMDR

4.3.1. Configuração do sem-fim

No quadro 8 pode observar-se as explorações e a caracterização dos respetivos SMDR observados. Em todas as explorações visitadas, registou-se a utilização de seis SMDR de eixo vertical, e três SMDR de eixo horizontal. Alguns donos de explorações referiram a urgência de adquirir um SMDR de maior volume devido ao aumento do efetivo, menosprezando a configuração do SMDR, isto é, escolha do tipo de eixo (vertical/horizontal), número de sem-fins, tipo de sem-fins, tipo de helicoide, e tipo de veio. Segundo Conceição (2012), a configuração do sem-fim composta por superfície helicoidal aberta e de veio incompleto apresenta a vantagem de apresentar menor

resistência ao movimento de rotação dos sem-fins, dado que a superfície de contacto entre a ração e o helicoide ser mais reduzida o que se traduz numa menor exigência de potência, menor consumo específico e consequentemente, menor custo da operação de mistura. O mesmo autor refere que a homogeneidade da mistura deve-se aos movimentos de rotação opostos dos sem-fins obrigam os diferentes ingredientes da ração a deslocarem-se em sentidos opostos.

Quadro 8 – Caracterização dos SMDR observados.

Exploração	Sem-fim				Volume (m^3)	Balança electrónica	Imagem	Efetivo animal	Nº. de distribuições /dia
	Tipo	Superfície helicoidal	Veio	Nº.					
Herdade Vale de Melão	Vertical	-	-	3	45	Sim		2020	4
Quinta das Atafonas	Vertical	-	-	2	30	Sim		600	2
Herdade das Pedras Alvas	Horizontal	Combinada	Completo	1	13	Sim		340	2
Herdade do Casão	Vertical	-	-	3	30	Sim		560	2
Herdade de Vale de Leite	Horizontal	Fechada	Completo	4	13	Sim		280	2
Herdade da Infanta	Horizontal	Combinada	Completo	1	19	Sim		850	4
Herdade da Pecena	Vertical	-	-	3	36	Sim		1800	5
Herdade das Pedras	Vertical	-	-	3	27	Sim		1700	6
Herdade do Sobral	Vertical	-	-	3	30	Sim		1500	5

A maior preferência pelo eixo vertical pode ser explicada pela versatilidade que este tipo de SMDR apresenta. Alguns produtores salientaram que o SMDR vertical apresenta menor complexidade nos mecanismos, maior facilidade de manutenção e menor desgaste, ao passo que o SMDR horizontal pode "empapar" mais facilmente se a ração possuir um maior conteúdo em alimentos fibrosos de maior dimensão, apresenta maior complexidade no sistema de transmissão, realiza uma mistura de menor qualidade porque o fluxo da ração imprimida pelos sem-fins horizontais "esmaga" os alimentos da ração. A bibliografia consultada também apresenta mais aspetos vantajosos da utilização do SMDR de eixo vertical em relação ao SMDR de eixo horizontal. Collings (2007) defende as vantagens do SMDR de eixo vertical comparativamente ao SMDR de eixo horizontal, como a possibilidade de inclusão de fardos de palha inteiros, a maior capacidade de destroçamento de fibras longas e o maior volume do tegão.

A maioria das explorações possui apenas um SMDR operacional (quadro 9). Os proprietários justificaram este facto argumentando que, no caso de avaria, podiam contar prontamente com o mecânico da exploração para eventuais reparações, com peças de substituição de reserva, dependendo também da gravidade da avaria.

Apenas duas explorações (Herdade das Pedras Alvas e Herdade da Pecena) das nove observadas possuem um SMDR sobressalente operacional, por norma de menor volume e obsoleto. Na exploração da Herdade das Pedras Alvas o SMDR secundário apenas é ativado no caso de avaria do SMDR principal. Na exploração da Herdade da Pecena, existe um SMDR secundário de menor dimensão destinado a cortar os alimentos mais fibrosos, desfazer os fardos de palha e pré-misturar alguns ingredientes da ração, de modo a que o SMDR principal distribua uma ração mais bem misturada.

Quadro 9 – Considerações dos funcionários e proprietários sobre a utilização do SMDR.

	Herdade de Vale de Leite	Herdade das Pedras Alvas	Herdade do Casão	Quinta das Atafonas	Herdade da Infanta	Herdade do Sobral	Herdade das Pedras	Herdade da Pecena	Herdade Vale de Melão
Nº de SMDR operacionais e porquê	1, considera suficiente	2, um SMDR utilizado diariamente, outro em reserva	1, considera suficiente	1, em caso de avaria possui mecânico e peças	1, considera suficiente	1, considera suficiente	1, considera suficiente	2, um SMDR utilizado na mistura e distribuição, outro realiza corte prévio	1, considera suficiente
Formação dos operadores	Não tem	Curso de máquinas agrícolas profissional	Diretivas dadas pelo proprietário da exploração	Não tem	Formação no momento da aquisição	Não tem	Diretivas dadas pelo proprietário da exploração	Tem formação	Não tem
Maquinaria utilizada no carregamento	Carregador telescópico	Trator com carregador frontal	Carregador telescópico	Trator com carregador frontal	Carregador telescópico	Carregador telescópico e trator com carregador frontal	Carregador telescópico	Carregador telescópico e trator com carregador frontal	Carregador telescópico
Vantagens do SMDR	Realiza uma mistura homogénea	Realiza uma mistura homogénea	Mistura homogénea, distribuição uniforme	Prático, rápido	Qualidade da mistura	Manutenção fácil, mistura homogénea	Simples, necessita de pouca potência	Prático, mistura homogénea	Mistura grande variedade de matérias primas
Desvantagens do SMDR	Custos (investimento alto, gasóleo)	Necessita de manutenção frequente	Custos (investimento alto, gasóleo)	Não tem	Custos (gasóleo, manutenção)	Não tem	Não pode desensilar, precisa de carregador telescópico	Não tem	Necessita de muito tempo a misturar (50 min)

Apenas duas explorações referiram trocar a curto prazo de semirreboque misturador e distribuidor de ração para misturador e distribuidor de ração automotriz (Herdade das Pedras e Herdade de Vale de Leite). Esta escolha é fundamentada pelo fato do misturador e distribuidor de ração automotriz possuir desensiladora, deixando de utilizar a pá carregadora, tornando o processo mais rápido e económico.

4.3.2. Volume, Número de sem-fins e Efetivo animal

De todas as explorações visitadas, a capacidade do tegão variou de 13 a 45 m^3, entre 1 e 4 sem-fins, para distribuir ração entre 280 e 2020 vacas leiteiras entre 2 a 6 distribuições diárias (quadro 10).

Quadro 10 – Relação entre Volume (m^3), número de sem-fins, efetivo animal e número de distribuições diárias.

Exploração	Volume (m^3)	Número de sem-fins	Efetivo animal	Nº de distribuições/dia
Herdade de Vale de Leite	13	4	280	2
Herdade das Pedras Alvas	13	1	340	2
Herdade do Casão	30	3	560	2
Quinta das Atafonas	30	2	600	2
Herdade da Infanta	19	1	850	4
Herdade do Sobral	30	3	1500	5
Herdade das Pedras	27	3	1700	6
Herdade da Pecena	36	3	1800	5
Herdade Vale de Melão	45	3	2020	4

Verifica-se que o SMDR da Herdade das Pedras necessita realizar maior número de distribuições diárias (6) do que o SMDR da Herdade da Pecena (5). O maior número de distribuições é explicado pelo fato de que o SMDR da Herdade das Pedras possui menor capacidade (apenas 27 m^3) face ao SMDR da Herdade da Pecena (36 m^3), necessitando de realizar mais reboques para alimentar semelhante efetivo animal.

Registou-se uma relação de proporcionalidade direta entre o efetivo e volume de ração a distribuir, como demonstra a figura 36. Como o conteúdo da ração única possui

semelhante massa volúmica nas várias explorações visitadas, variando pouco no tipo de ingredientes inseridos e nas suas proporções é possível relacionar o produto Efetivo com Volume do SMDR (m^3) pelo Número de reboques distribuídos. Com esta relação, é possível verificar quantos reboques de determinado volume por dia são necessários para um valor de efetivo leiteiro. Trata-se de uma ferramenta de decisão útil para o produtor, na medida em que pode optar por adquirir um SMDR de menor volume e realizar a mistura da ração única mais vezes, ou pelo contrário, adquirir um SMDR de maior volume e realizar a distribuição o número de vezes desejadas.
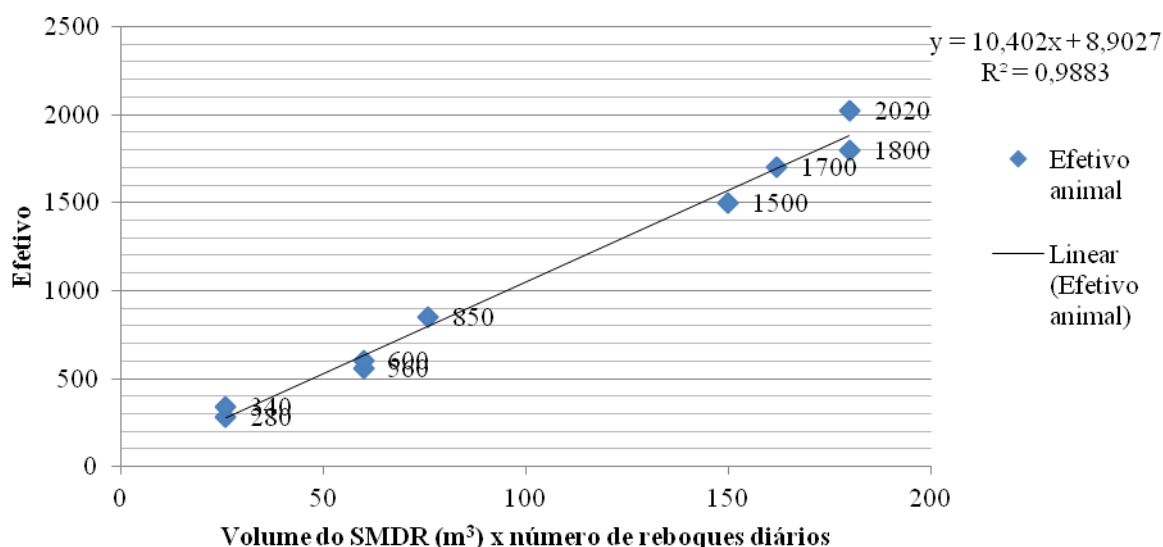
Figura 36 - Relação entre Efetivo e Volume do SMDR (m^3) x número de reboques diários.

Quanto ao número de sem-fins, destacam-se os SMDR das herdades de Vale de Leite e das Pedras Alvas, ambos com SMDR de eixo horizontal, com a mesma capacidade, mas com uma grande diferença quanto ao número de eixos: o SMDR da Herdade de Vale de Leite com 4 sem-fins horizontais (figura 37), e o SMDR da Herdade das Pedras Alvas com apenas 1. O tempo de mistura, cerca de 40 minutos, foi semelhante para ambos SMDR, bem como os ingredientes neles inseridos. Esta diferença de número de sem-fins deve-se apenas a diferentes marcas e modelos disponíveis no mercado na altura da compra.

Figura 37 – SMDR com quatro sem-fins horizontais.
(Herdade de Vale de Leite, Montemor-o-Novo, 2013)

4.3.3. Maneio

Todas as explorações tiraram partido da ração única para diferentes lotes, preparando diferentes tipos de formulação para diferentes lotes. Os lotes geralmente estão organizados da seguinte forma: alta produção, baixa produção, pré-parto, vacas secas ou prenhas. Segundo Allen (2009) agrupar em lotes é vantajoso em inúmeros aspetos, tais como na maior produção de leite consoante a resposta fisiológica à dieta, aumento da eficiência da produção de leite, maior controlo da condição corporal ao longo do ciclo de produção e menor excreção de azoto.

Observou-se que numa exploração, o proprietário prefere distribuir ração uma vez por dia no caso de novilhas e vacas secas, e duas ou três vezes no caso de vacas no pico de produção de leite.

Na maioria das explorações a ração era feita durante a manhã. Apenas uma exploração preferia realizar ração nas primeiras horas da madrugada, motivada pelo menor tráfego de máquinas, pessoas e animais na exploração.

4.3.4. Rotina de operação

Em todas as explorações verificou-se que o operador do conjunto trator-SMDR é o mesmo operador que carrega os ingredientes para o interior de SMDR. Para tal, o operador estaciona o trator próximo do local de aprovisionamento, com o trator em funcionamento e com os sem-fins do SMDR em rotação. De seguida, o operador carrega o tegão do SMDR com os ingredientes indicados na balança electrónica do SMDR. A operação de carregamento termina assim que forem carregadas as quantidades certas de cada ingrediente.

Em todas as explorações verificou-se que os ingredientes são inseridos para o interior do tegão através de equipamentos de carregamento complementar, isto é, através de uma carregador telescópico, ou através de um trator com carregador frontal equipado com balde. A ausência de um equipamento acoplado ao SMDR, como uma desensiladora pode ser justificada pela existência de um equipamento de carregamento complementar aquando da compra do SMDR. De facto, o equipamento adicional ao SMDR observado em todas as explorações foi a balança electrónica, pela maior comodidade e exatidão que este equipamento oferece ao operador.

O tempo médio de mistura e inserção dos ingredientes no interior do tegão foi de aproximadamente 50 minutos por cada semirreboque de ração, que foi muito superior ao tempo de distribuição, cerca de 10 minutos. A maior parte do tempo de mistura e inserção foi despendido em adicionar os ingredientes no tegão, onde muitas vezes o operador perde tempo em deslocar-se pelos vários locais de aprovisionamento na exploração. O tempo de distribuição depende da quantidade de ração presente no tegão, da velocidade de avanço (cerca de 2 km/h) e da abertura da guilhotina.

4.3.5. Segurança

Infelizmente, nem todas as normas de seguranças mais importantes foram respeitadas. Todos os operadores manifestaram uma grande preocupação com a segurança dos funcionários e dos animais relativamente ao SMDR e o seu manuseio.

No entanto, em quase todas as explorações registaram-se casos de desmazelo, como a ausência total ou parcial da proteção do veio de cardan entre o trator e o SMDR; a não utilização de roupa adequada a mecanismos rotativos e manuseamento de maquinaria pesada (roupa justa, calçado adequado, óculos de proteção e luvas); sistema de travagem do SMDR em mau estado; sinais de fugas de óleo; resguardos danificados; sujidade acumulada proveniente dos alimentos devido a longos períodos de utilização sem lavagens; e decalques avisadores de perigo (figura 38) pouco visíveis ou mesmo inexistentes.

Figura 38 – Decalques avisadores de perigo e informativos.
(Herdade do Casão, Montemor-o-Novo, 2013)

4.3.6. Instalações

Foram visitadas explorações desde 40 até 420 hectares. Nas instalações pecuárias, registou-se uma maioria de manjedouras sem separador físico do corredor do pavilhão, onde o SMDR distribui ração diretamente para o pavimento. Este tipo de manjedoura facilita a distribuição de ração, facilita a remoção de restos de ração e facilita a limpeza do pavimento.

Os locais de aprovisionamento de ingredientes da ração única encontravam-se relativamente perto do local de distribuição, e os acessos eram nivelados e em boas condições de trânsito e aderência, quer fossem de terra batida, gravilha ou cimento.

5. Conclusões

Existem ainda poucos trabalhos publicados sobre a utilização do SMDR em Portugal, talvez por se tratar de um equipamento bastante específico (misturador e distribuidor semirrebocado), o que condiciona o enquadramento e discussão dos resultados obtidos neste estudo.

Através de visitas feitas a nove explorações de aptidão leiteira, do preenchimento de um protocolo em cada visita, de recolha de fotografias e registo de observações de proprietários e operadores de SMDR, pode concluir-se que cada exploração procura tirar o máximo partido da utilização do SMDR no distrito de Évora. Todas as explorações recorrem a um nutricionista que formula a ração única, bem como um programa informático capaz de fornecer informações sobre o tipo de alimento e quantidade respetiva a adicionar no tegão do SMDR, características que se revelaram bastante úteis para o operador do SMDR. Em alguns casos foi adicionada água à mistura, com a justificativa de a tornar menos seca, mais apelativa em termos de aroma e paladar. Foi observada uma grande preocupação acerca das sobras deixadas pelo efetivo, a fim de acompanhar o comportamento de ingestão da ração.

Formular a ração é uma ferramenta útil para o dimensionamento do SMDR numa exploração. O volume total depende de vários fatores, entre os quais: a necessidade nutricional diária do animal para um determinado peso vivo, a necessidade nutricional para o nível de produção de leite pretendido, os alimentos a incluir na ração, as propriedades nutricionais dos mesmos, a capacidade de ingestão das vacas e o número de vacas a alimentar. A elaboração de uma formulação de ração baseada nos ingredientes mais comuns encontrados nas visitas elaboradas revelou-se extremamente revelador quanto à capacidade útil e total dos SMDR necessários para acomodar a quantidade de ração a distribuir pelo maior lote. O volume requerido pela relação calculada permite elucidar o produtor de leite quanto à gestão de distribuição de ração. O produtor pode optar por um SMDR de menor capacidade, menos dispendioso mas confecionar a mesma ração várias vezes, ou adquirir um SMDR de maior capacidade, mais dispendioso e realizar a mesma ração menos vezes. Neste aspeto, entram fatores de viabilidade a considerar pelo produtor, como o custo de elaboração de um reboque de ração ou a disponibilidade de operadores e tratores capazes de realizar a ração.

Foram encontrados SMDR de eixo vertical com dois a três sem-fins, todos eles com superfície helicoidal fechada de veio incompleto, e SMDR de eixo horizontal com um a quatro sem-fins, com superfície helicoidal fechada e combinada, de veio completo. Não foi dada preferência ao tipo de configuração obtida, mas sim à capacidade de carga disponível no momento da aquisição, de modo a satisfazer as necessidades do efetivo animal. Alguns proprietários referiram a urgência de adquirir um SMDR de maior volume devido ao aumento do efetivo, sobrepondo-se à configuração do SMDR, isto é, escolha do tipo de eixo (vertical/horizontal), número de sem-fins, tipo de sem-fins, tipo de helicoide, e tipo de veio. Apesar do SMDR de superfície helicoidal e veio incompleto com rotações opostas dos sem-fins ser normalmente indicado como vantajoso, a configuração dos sem-fins mais frequente encontrada foi de eixo vertical com superfície helicoidal fechada e veio incompleto com rotações opostas.

Cada exploração tira o maior partido possível da capacidade de corte, mistura e distribuição do SMDR, por se tratar de um equipamento dispendioso e fundamental na exploração. Por esse motivo, todas as explorações dão grande importância ao bom funcionamento do SMDR, possuindo por isso, soluções práticas em caso de avaria.

Por norma, os operadores referiram que a homogeneidade da mistura é atribuída ao maior tempo de corte e mistura depois de inserir os alimentos no tegão, e não ao tipo de sem-fim.

O agrupamento de vacas por lotes é um método vantajoso de maneio. Alguns produtores preferem realizar as distribuições sucessivamente, enquanto outro preferem repartir a mistura e distribuição ao longo do dia. A distribuição sucessiva justifica-se pela necessidade do trator para outras tarefas na exploração e porque a ração distribuída numa só vez permanece fresca durante todo o dia. A distribuição repartida várias vezes ao longo do dia justifica-se por o alimento ser mais apetecível, estimulando a ingestão de MS, e consequentemente, aumentando a produção de leite.

Nenhum dos operadores das explorações visitadas teve formação específica em relação à utilização do SMDR, seguindo apenas diretivas de utilização dadas pelo responsável da exploração ou pelo vendedor do SMDR. Apesar da falta de formação, os operadores são os próprios a realizar a manutenção e a solucionar pequenas avarias do SMDR.

Verificou-se em todas as explorações a mesma ordem específica de carregamento. Primeiro adicionam-se os alimentos com maior teor em fibra, de maiores dimensões, como a palha ou feno, seguidos de outros ingredientes menos fibrosos e de

dimensões mais reduzidas, como silagens, farinhas, polpas e melaços. Desta forma, as partículas mais compridas e mais leves tendem a deslocar-se para a parte superior do tegão, durante o processo de mistura, ao passo que as partículas mais densas tendem a depositar-se no fundo do SMDR, proporciona-se assim mais tempo de corte no interior do tegão aos alimentos mais fibrosos e de maiores dimensões, permitindo uma ração mais homogénea.

Nem sempre foram respeitadas todas as normas de segurança e boas práticas de utilização do SMDR. Quanto à manutenção, foi observada uma falta de atenção geral a um equipamento considerado tão dispendioso e vital para uma exploração de aptidão leiteira. Geralmente, a manutenção é subvalorizada e é um aspeto apenas relevante no momento em que ocorre alguma avaria que impede o seu correto funcionamento.

Em todas as explorações visitadas as dimensões do SMDR foram consideradas na conceção das instalações, pelo que, não foi preciso realizar quaisquer adaptações a este nível.

De um modo geral, conclui-se que a utilização do SMDR é generalizada em explorações de vacas leiteiras, independentemente da sua configuração, da extensão da exploração, do tamanho do efetivo ou da produção de leite.

Foram consideradas neste trabalho apenas nove explorações, todas elas no distrito de Évora. Seria interessante continuar o estudo da utilização do SMDR a nível nacional, incluindo não só outros arraçoamentos praticados, mas também níveis de produção diferentes e, eventualmente, tipos de ração diversas. Seria igualmente interessante incluir também os misturadores e distribuidores automotrizes.

6. Bibliografia

Allen, M.S., 2009. Grouping to Increase Milk Yield and Decrease Feed Costs. In M. L. Eastridge, ed. *Tri-State Dairy Nutrition Conference*. Fort Wayne, pp. 61–65. Disponível em: http://tristatedairy.osu.edu/Proceedings 2009/Allen paper.pdf.

Amaral-Phillips, D.M., Bicudo, J.R. & Turner, L.W., 2002. *Feeding Your Dairy Cows a Total Mixed Ration: Getting Started*, Cooperative Extension Service. University of Kentucky, College of Agriculture, Lexington, 4pp.

Baptista, F., 2012. Aspectos gerais de instalações pecuárias. *Instalações Pecuárias para Bovinos de leite* (Comunicação pessoal, Março de 2013).

Barmore, J.A., 2002. Fine-tuning the Ration Mixing and Feeding of High Producing Herds. In *Tri-State Dairy Nutrition Conference, Dairy Nutrition Conference,* Indiana, 103 – 126.

Buckmaster, D., 2009. Optimizing Performance of TMR Mixers. In *Tri-State Dairy Nutrition Conference*, Indiana, 105–117.

Carvalho, R.F. de S. & Buinho, F.J., 2007. *Mecanização Agrícola - 2º volume - Máquinas Agrícolas* DGADR, ed., Lisboa: Ideias Virtuais.

Casasús, I., Villalba, D., Gracia-Cahapullé, J. L. & Congost, S., 2012. *Equipos de alimentación unifeed: Criterios para su adquisición y ejemplos de elaboración*, Zaragoza. Disponível em: http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AgriculturaGanaderia/Areas/07_Formacion_Inovacion_Sector_Agrario/02_Centro_Transferencia_Agroalimentaria/Publicaciones_Centro_Transferencia_Agroalimentaria/IT_2012/IT_242-12.pdf.

Collings, A., 2007. Paddle, vertical-auger and horizontal-auger diet feeders. *Profi*, 24–27.

Conceição, L.A., 1994. *Caracterização e utilização de reboques misturadores - distribuidores de ração em alimentação animal*. Universidade de Évora.Trabalho de fim de curso.

Conceição, L.A., 2012. Semi-reboques unifeed na alimentação de ruminantes (Versão provisória). Disponível em: http://www.nutricaobovinoscarne.com/Docs/Bibliografias/Unifeed Sebentaprovisorio.pdf.

Culpin, C., 1976. *Farm Machiney* 9 th., London: Crosby Lockwood Staples.

D'Abreu, M.C. & Salles-Baptista, E., 2011. Particularidades da Alimentação da Vaca Leiteira. (Comunicação pessoal, Dezembro de 2011).

Dairy Australia, 2007. Flexible Feeding Systems - Mixing and delivering feed. , (November), pp.1–4. Disponível em: http://www.dairyaustralia.com.au/~/media/Documents/Animals feed and environment/Feed and nutrition/Nutrition management/FFF FFS Fact Sheet 6 - Mixing and delivering feed.pdf.

De Blas, C., Mateos, G.G. & García-Rebollar, P., 2010. *Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos*, Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Disponível em: http://fundacionfedna.org/ingredientes-para-piensos.

FENALAC, 2012. *Impacto da Reforma da PAC Pós-2013 no Setor do Leite em Portugal*, Porto. Disponível em: http://www.confagri.pt/SiteCollectionDocuments/Confagri/Associadas/Fenalac_versaofinal_6 de Julho de 2012.pdf.

Freitas, A., 2012. Nutrição energética. (Comunicação pessoal, Setembro de 2011).

Freitas, A., 2008. Sistema de alimentação unifeed: rações completas. *Notícias Limousine*, 17, pp.33–36.

Heinrichs, A.J., Buckmaster, D.R. & Lammers, B.P., 1999. Processing , mixing , and particle size reduction of forages for dairy cattle. *Journal of Animal Science*, 77(1), pp.180–186.

INE, 2001. *Recenseamento Geral da Agricultura 1999 - Alentejo* INE, ed., Lisboa: INE - Secção de Artes Gráficas. Disponível em: http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf [Accessed January 21, 2014].

INE, 2007. *Portugal Agrícola 1980-2006*, Lisboa: INE.

INE, 2011a. Recenseamento Agrícola 2009. *Análise dos principais resultados. Lisboa, Portugal*. Disponível em: http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:RECENSEAMENTO+AGRÍCOLA+2009#0 [Accessed January 22, 2014].

INE, 2011b. Recenseamento Agrícola 2009. *Análise dos principais resultados. Lisboa, Portugal*. Disponível em: http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Recenseamento+Agrícola+2009#0 [Accessed January 21, 2014].

Jarrige, R., 1988. *Alimentation Des Bovins, Ovins & Caprins* Inra-Quae. R. Jarrige, ed., Paris: Universidade de Cornell.

Jaylor Fabricating Inc., 2002. Jaylor Operator's Manual - Model 2425. , (519), p.51. Disponível em: http://downloads.howard-australia.com.au/intranetwebcache/Feed Mixers - JAYLOR/-OPERATOR INSTRUCTIONS 2008-05/2425_1500 Oper Man.pdf.

Kammel, D., 1998. Design, selection and use of TMR mixers. *Tri-State Dairy Nutrition Conference*, (4), p.11. Disponível em: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.200490137/abstract [Accessed January 25, 2013].

Keenan, 2009. Keenan Mech-Fiber 340 & 360 Operator's Manual. , pp.1–67. Disponível em: http://www.keenanservice.com/pdf/manuals/Keenan_Mech_Fiber_340_360_Operators_Manual_Rev_E2.pdf.

Linn, J.G., 1988. *Feeding the dairy herd* 32nd ed., St. Paul: University of Minnesota, Cooperative Extension Service. Disponível em: http://www.extension.umn.edu/distribution/livestocksystems/components/DI0469-05.html.

Neier, B.R., 1995. Livestock feed mixer. , p.11. Disponível em: http://www.google.com/patents/US5462354.

Pérez, A.C., 2009. *Estudio de viabilidad para la producción y comercialización de una máquina agrícola ganadera para la distribución de piensos*. Universidad Pontifica Comillas. Disponível em: http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/4c23a6a2c6207.pdf.

Rodrigues, A., Oliveira, C. & Guimarães, J., 2012. Como melhorar a rentabilidade das explorações leiteiras. *Associação Portuguesa dos Criadores de Raça Frísia*, 119(4), pp.68–76. Disponível em: http://repositorio.ipcb.pt/handle/10400.11/1577 [Accessed February 4, 2013].

Roto-Mix, 2012. Cyclone Vertical Feed Mixer. , 67801(620), p.71. Disponível em: http://www.rotomix.com/manuals/1105A-1355A-1505A_AUTOMATIC_TRAILER_MANUAL.PDF.

Roto-Mix LLC, 2006. Oswalt Mixers by Roto-Mix - Operator’s Manual Installation Instructions and Parts. , 67801(620), p.73. Disponível em: http://www.rotomix.com/manuals/OSWALT_200,250,300,350.pdf.

Schroeder, J.W. & Park, C.S., 2010. Using a Total Mixed Ration for Dairy Cows. *NDSU Agriculture*, 769(July), pp.2.

7. Anexo

Engenharia Zootécnica - Protocolo

Dissertação de Mestrado: A utilização do Semirreboque Misturador e Distribuidor de Ração na alimentação de vacas leiteiras

1. Identificação da exploração

1.1. Nome da exploração:

___

1.2. Área da exploração:

___

1.3. Número do efetivo animal:

___

2. Antes de adquirir SMDR

2.1. Como tomou conhecimento do sistema SMDR:

___

___

2.2. Porque optou pelo sistema SMDR:

___

___

___

2.3. Método de realização do arraçoamento:

___

2.4. Tempo consumido na elaboração da ração:

___

2.5. Ingredientes utilizados:

___

___

___

2.6. Maquinaria utilizada:

___

___

___

2.7. Alterações que a introdução do SMDR possa ter exigido:

2.7.1. Ração (ingredientes, preço, nutrientes):

___

____

____

2.7.2. Instalações (obras de adaptação ao SMDR):

____

____

____

2.7.3. Parque de máquinas (aquisição de novos equipamentos):

____

____

____

2.7.4. Maneio (lote por grupos, separados por idade, produção, outros):

____

____

____

3. Depois de adquirir o SMDR

3.1. Número de SMDR operacionais e porquê:

____

____

____

3.2. Tipo de SMDR (vertical/horizontal):____

3.3. Número de sem-fins:____

3.4. Tipo de sem-fins (selecionar um): Superfície helicoidal: aberta/fechada/combinada; Veio: completo/incompleto; Facas; contra-facas;

3.5. Capacidade (m^3):____

3.6. Tipo de formação dos operadores (mecanização/nutrição/segurança e higiene):

____

____

3.7. Número de vezes por dia a distribuir ração:___________________________________

3.7.1. Equipado com:

Balança electrónica:_________ ; Desensiladora:___________; Outros:

____

____

____

3.8. Maquinaria utilizada no carregamento do SMDR: